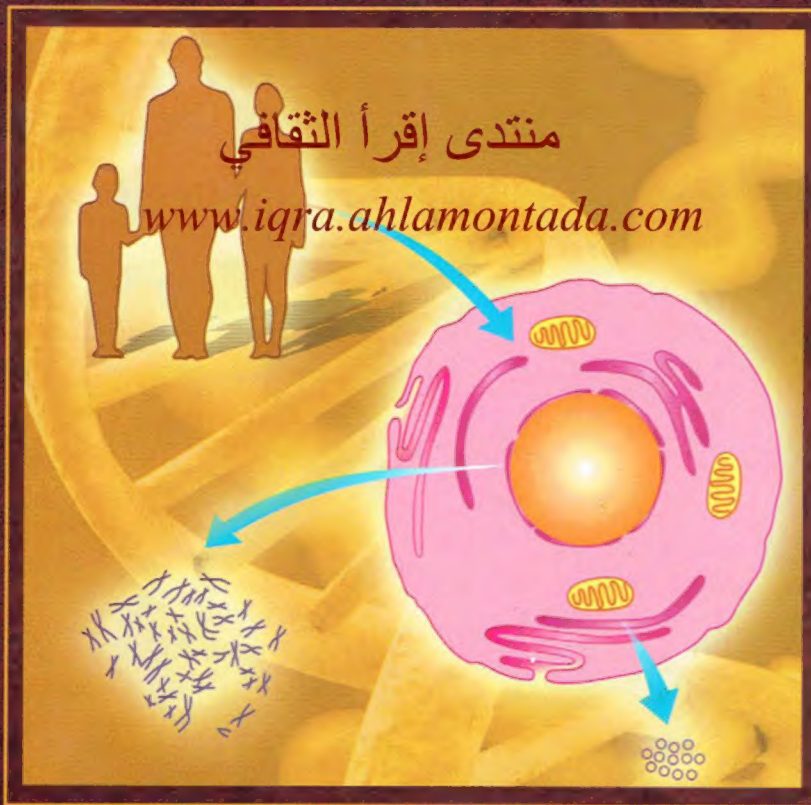




الجمهورية العربية السورية
وزارة الثقافة
هيئة الموسوعة العربية

الموسوعة الطبية المتخصصة



المجلد السادس عشر

الأمراض الوراثية

هيئة الموسوعة العربية
الموسوعة الطبية المتخصصة



الجمهورية العربية السورية
وزارة الثقافة
هيئة الموسوعة العربية

الموسوعة الطبية المتخصصة

المجلد السادس عشر

الأمراض الوراثية

الأقسام العلمية

دمشق - الروضة - شارع قاسم أمين - رقم ٣٩ - ص.ب ٧٢٩٦
هاتف ٣٣١٥٢٠٥ و ٣٣١٥٢٠٤ - فاكس ٣٣١٥٢٠٧

الإدارة العامة

دمشق - الروضة - شارع قاسم أمين - رقم ٣٩ - ص.ب ٧٢٩٦
هاتف ٣٣١٥٢٠٥ و ٣٣١٥٢٠٤ - فاكس ٣٣١٥٢٠٧

البريد الإلكتروني

ARAB-ENCY@MAIL.SY

الموقع الإلكتروني

www.arab-ency.com

الطبعة الأولى

٢٠١٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة

الزملاء الكرام

يسعدني أن أقدم لكم الجزء السادس عشر من الموسوعة الطبية السريرية الذي يبحث في الأمراض الوراثية. وقد اشترك في كتابة أبحاثه عدد من الزملاء الاختصاصيين وأشرف على تدقيقه الأستاذ الدكتور محمد علي عجلوني ثم روجع كالعادة ودقق أكثر من مرة سواء من الواجهة العلمية أم من الواجهة اللغوية ليكون أقرب ما يمكن من الكمال. وما يجدر ذكره هنا أن الدكتور أسامة العوا رحمه الله كان وضع قبيل وفاته مخططاً لأبحاث الوراثة استندنا إليه مع بعض التعديلات في كتابة هذه الأبحاث.

وتجدر الإشارة إلى أن هذه الموسوعة الطبية قد اشترك في إنجازها حتى الوقت الحالي نحو ثلاث مئة وخمسين زميلاً اختصاصياً من دمشق وغيرها من المدن السورية، وكانت الغاية من إصدارها أن تكون مصدراً كاملاً للطبيب الممارس يساعده على الارتقاء بممارسته نحو الأفضل، وهي مع ذلك لا تغني طبعاً عن الاطلاع دائماً على المستجدات، وهي كثيرة، بمتابعة ما ينشر في الكتب الجديدة والمجلات الطبية المختلفة.

ومع أن الزملاء الذين أعدوا أبحاثهم استندوا إلى أحدث المصادر وأدقها، فإن كثيراً من المعلومات الطبية تتغير باستمرار لذلك فإن هذه الموسوعة نفسها لابد أن تُحدث دائماً شأنها في ذلك شأن كل الموسوعات الطبية وغيرها في العالم سواء في إصدارات جديدة دورية أو في إصدار ملاحق دورية، وهو ما يخطط للبدء بتحقيقه بإذن الله.

وأرى من واجب الوفاء تقديم الشكر الجزيل لكل من عمل فيها طوال هذه الفترة بدءاً من واضع فكرتها ومنظم أسسها المرحوم الأستاذ الدكتور عدنان تكريتي، والذين تابعوا العمل فيها من بعده الأستاذ الدكتور زياد درويش والسادة الزملاء الذين أشرفوا على تدقيق أبحاث كل جزء بحسب اختصاصه والسادة الزملاء الذين شاركوا في كتابة كل الأبحاث وأمينتي سر الموسوعة الطبية الآنستين مسرة العهد وسناء العقد، ولكل من أسهم في تدقيقها اللغوي وإخراجها وطباعتها الذين لهم الفضل في ظهورها بشكلها وإتقانها المميز. والشكر والتقدير دائماً للأستاذ الدكتور محمود السيد مدير عام هيئة الموسوعة العربية الحالي الذي أولى هذه الموسوعة كل اهتمام ومتابعة وتشجيع.

رئيس الموسوعة الطبية المتخصصة
الأستاذ الدكتور إبراهيم حقي

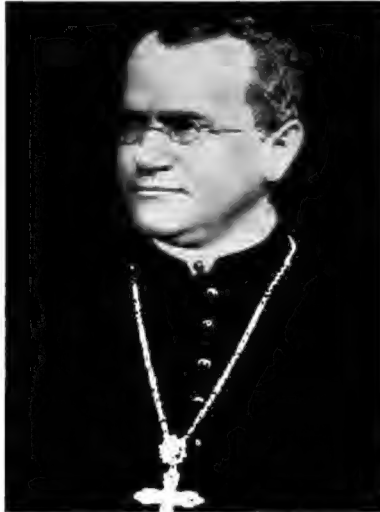
مقدمة ولمحة تاريخية وتعريف علم الوراثة وفروعه في العصر الحديث

سامر الزعبي

في أثناء حياته في معلوماته الوراثة ونقلها إلى ذريته، فعلى سبيل المثال ينجب الأشخاص الذين طورو قدراتهم الموسيقية بدراسة جدية أطفالاً وهبوا بالفضرة القدرة الموسيقية لأبائهم. ومع أن هذا الفكرة عادت غير مقبولة أبداً الآن، فقد ظلت شائعة في أثناء القرن العشرين.

لمحة تاريخية عن علم الوراثة:

بدأ البزوغ الحقيقي لعلم الوراثة في بداية القرن التاسع عشر باكتشاف المبادئ الرئيسية للتوريث على يد ماندل Gregor Mendel، (الشكل ٢)، وذلك بمطابقته المتأنية على تجارب التهجين في نبات البازلاء، وقد ظلت مبادئ التوريث الرئيسية التي اكتشفها ماندل غير متداولة في المجتمع العلمي إلى أن أعادت الاهتمام بها من جديد مجموعة من العلماء بعد ٣٥ سنة.



الشكل (٢) غريغور ماندل مؤسس علم الوراثة الحديث، اكتشف ماندل مبادئ التوريث من خلال تهجين سلالات مختلفة من نبات البازلاء وتحليل انتقال الصفات في الأجيال اللاحقة

ففي عام ١٨٣٩ وضع العالمان شلايدن وشوان النظرية الخلوية cell theory التي تقول إن جميع الكائنات الحية مؤلفة من خلايا، وتعد الخلية الوحدة الأساسية البنوية والوظيفية لكل كائن حي، وكل خلية تأتي من خلية قبلها، وهذا ما دفع بيولوجيي الوراثة إلى تحري ما يجري في الخلية في أثناء تكاثرها.

وقام العالم Walther Flemming في عام ١٨٧٩ بمراقبة انقسام الصبغيات chromosomes، ونشر وصفاً دقيقاً للانقسام الخيطي (الفتيلي) mitosis، وبحلول عام ١٨٨٥ أصبح مؤكداً أن النواة تحوي المعلومات الوراثية للكائن الحي.

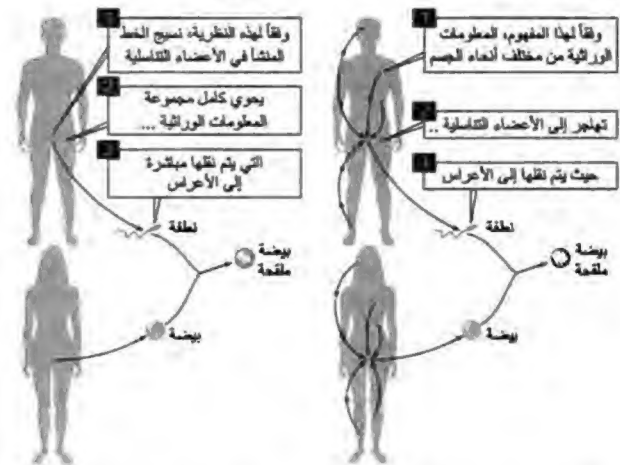
مقدمة:

يُعد علم الوراثة Genetics واحداً من أسرع مجالات العلوم تقدماً، ولا يكاد يمر شهر إلا وهناك مقال يتحدث عن اكتشاف جديد مهم فيه، مثل اكتمال معرفة مجينات genomes كائنات جديدة أو اكتشاف جينات لها علاقة بأمراض خطيرة كالسرطان والتصلب المتعدد (Multiple sclerosis MS) والاكتئاب.

انتبه القدماء لمفهوم التوريث heredity في الشرق الأوسط منذ ما يقارب ١٠.٠٠٠ إلى ١٢.٠٠٠ سنة خلت، وتجلّى ذلك بتدجين الحيوانات (الأبقار والكلاب والأغنام والماعز)، واستنبات النباتات (القمح والشعير والعدس والبازلاء)، وانتقاء السلالات ذات الصفات المرغوبة، والعمل على تطويرها بالتهجين الاصطناعي عبر الأجيال.

قدم الإغريق دراسة متأنية للتكاثر البشري والتوريث، وقد وضع الفلاسفة اليونان مفهوم شمولية التخلق pangenesis الذي يتضمن جزيئات محددة دُعيت في وقت لاحق البُريعمات gemmules. وهي جزيئات تنقل المعلومات من مختلف أنحاء الجسم إلى الأعضاء التناسلية، وتُمر بوساطتها إلى الجنين في لحظة الحمل (الشكل ١). ومع أن مفهوم شمولية التخلق غير صحيح، فقد ظل تأثيره حتى أواخر عام ١٨٠٠م. كما قاد مفهوم شمولية التخلق إلى اقتراح فكرة وراثة الخصائص المكتسبة inheritance of acquired characteristics التي تتضمن اندماج صفات الفرد المكتسبة

١ - مفهوم شمولية التخلق ب - نظرية البلاسما المنشئة



الشكل (١) مقارنة بين شمولية التخلق بوصفه مفهوماً قديماً للتوريث والروية الحديثة لنظرية البلاسما المنشئة

وكان ذلك بمنزلة حجر الأساس لحقبة علم الوراثة الجزيئي molecular genetics. فقد عُرِفَت في عام ١٩٦٦ كيفية ترجمة المعلومات الوراثية إلى بروتين وذلك بنظام معقد يتضمن نسخ جزيء الحمض النووي الريبسي (الـ RNA) من جزيء الدنا، ومن ثم ترجمة الرنا إلى سلسلة من الحموض الأمينية باستعمال نظام الروامز الجينية الثلاثية أو codons (الشكل ٣). ومع تتالي تطور علم الوراثة الجزيئي استخدمت عام ١٩٧٣ أول تجربة تحوي جزيء الدنا المأشوب (recombinant DNA). وبدأت ثورات علم الوراثة الجزيئي بالظهور بتطوير طرائق لسلسلة الـ DNA في عام ١٩٧٧ من قبل العالم Walter Gilbert والعالم Frederick Sanger في عام ١٩٨٣ كان الإنجاز الكبير في البيولوجيا عموماً وعلم الوراثة الجزيئي خصوصاً حين قام العالم Kary Mullis بتطوير تفاعل البوليميراز السلسلي PCR الذي يسمح بتكثير كمية قليلة من الدنا DNA بوقت قصير. استمر التقدم في مضمار علم الوراثة الجزيئي ليدخل نطاق التطبيق السريري، إذ استخدمت أول مرة في عام ١٩٩٠ المعالجة الجينية gene therapy لعلاج مرض جيني بشري في الولايات المتحدة، كما أطلق في العام نفسه رسمياً مشروع المجين البشري Human Genome Project.

وفي نهاية العام ١٩٩٥ أعلن رسمياً عن السلسلة الكاملة لدنا DNA أول كائن حي بكتري وهو المستدمية النزلية Haemophilus influenzae، وفي السنة التي تليها تمت السلسلة الكاملة لدنا DNA أول كائن حقيقي النواة eucaryote وهو خميرة Yeast. في عام ٢٠٠٠ أعلن عن المسودة الأولية لتسلسل دنا DNA الجينوم البشري، وتُوِّجَ العام ٢٠٠٣ بالإعلان عن اكتمال السلسلة الأساسية لدنا الجينوم البشري، وبدأت بذلك حقبة جديدة في علم الوراثة. واليوم تمت سلسلة DNA جينومات العديد من الكائنات وتحليلها ومقارنة بعضها ببعض.

يظهر علم الوراثة حالياً في طليعة الأبحاث البيولوجية والطبية، ويتقدم هذا العلم سريعاً كل يوم، فقد طُوِّرت أجهزة سريعة لسلسلة الدنا وتكلفة منخفضة؛ مما أتاح الكشف عن جينومات أنواع هائلة من البكتريا والكائنات الراقية (كالفئران والذئبة والقردة وغيرها) وبخطا متسارعة، واستخدام معلومات سلسلة هذه الجينومات في فروع علمية عديدة منها الطب، وذلك لخدمة الإنسان وفهم الأمراض التي تواجهه وقهرها. وفي كل يوم هناك توسع في المعلومات وفهم جديد لبنية جينات معروفة مسبقاً أو جديدة

وفي عام ١٨٥٩ نشر تشارلز داروين نظريته عن التطور عن طريق الانتقاء الطبيعي Natural selection في كتابه المعروف «أصل الأنواع»، إذ أدرك داروين أن التوريث heredity أساسي لحدوث التطور على الرغم من عدم فهم داروين طبيعة مادة التوريث وماهيته.

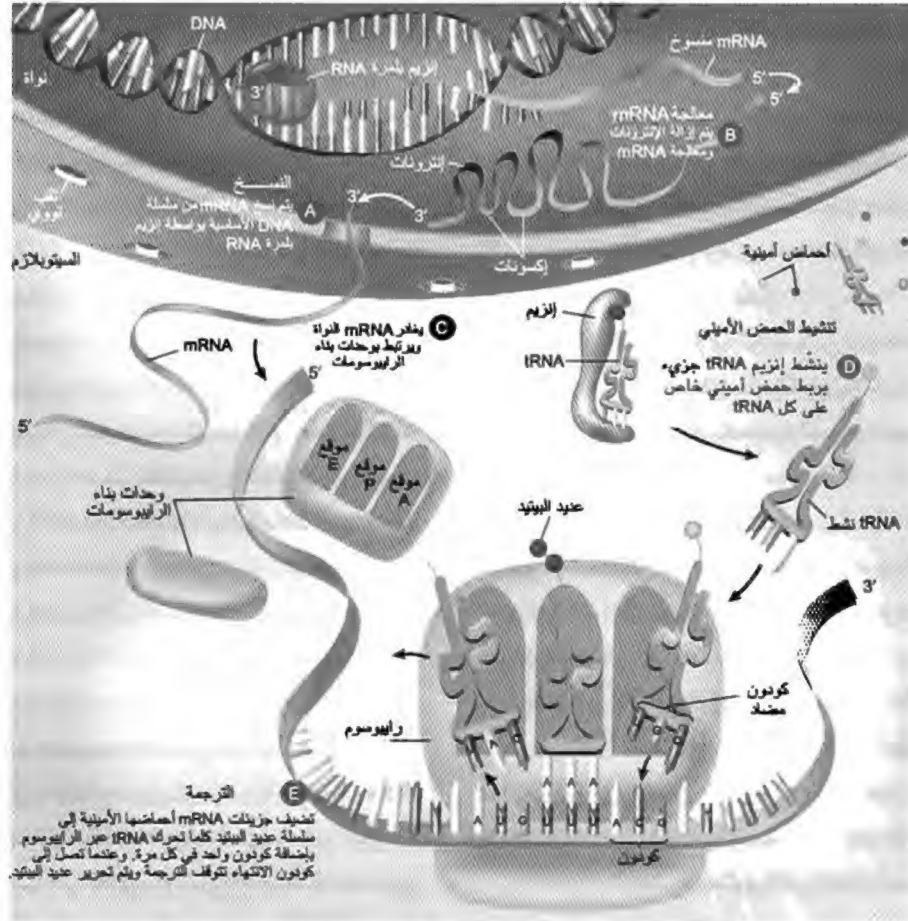
في منتصف القرن التاسع عشر كشف علماء الخلية أن لنواة الخلية nucleus شأنًا في عملية الإخصاب fertilization. وفي نهاية القرن التاسع عشر، وضع August Weismann نهاية لفكرة وراثة الخصائص المكتسبة بتجاربه على الفئران في عشرين جيلاً، واقترح نظرية البلاسما المنشئة germ-plasm theory التي تقول إن خلايا في الأعضاء الجنسية تحمل مجموعة كاملة من المادة الوراثية التي تنتقل إلى البويضة والنطفة (الشكل ١).

يُعد العام ١٩٠٠ نقطة تحول مهمة في تاريخ علم الوراثة، إذ أعيد اكتشاف منشورات تجارب ماندل على نبات البازلاء التي كان نشرها عام ١٨٦٦، وقد ضمت هذه المنشورات المبادئ الرئيسية للتوريث أو الوراثة، أو ما يسمى قوانين ماندل في الوراثة.

بعد رسوخ مبادئ ماندل في الوراثة ضمن الوسط العلمي صرح العالم Walter Sutton في عام ١٩٠٢ أن الجينات (التي هي وحدات التوريث) تتوضع على الصبغيات. وفي عام ١٩١٠ اكتشف العالم Thomas Morgan أول طفرة جينية في ذباب الفاكهة fruit flies، ثم كشف مورغان اللثام عن تفاصيل عديدة لانتقال المعلومات الوراثية بين الأجيال.

في نهاية الثلاثينيات -بمشاركة مجموعة من العلماء- وُضِعَ الأساس لفرع جديد هو علم الوراثة السكاني population genetics، وذلك بالمواءمة بين الوراثة المنديلية والنظرية التطورية.

وفي فترة الأربعينيات بدأ علماء الوراثة باستخدام البكتريا والفيروسات في علم الوراثة، وذلك بسبب تكاثر هذه الكائنات السريع وامتلاكها مخزوناً وراثياً بسيطاً، مما ساعد على الحصول على تفاصيل دقيقة عن تنظيم الجينات وبنيتها، وفي هذه الفترة كان قد تجمع العديد من الأدلة التي تدعم القول إن جزيء الحمض النووي الريبسي المنقوص الأكسجين (الدنا DNA) هو مستودع المعلومات الوراثية أو مخزونها. وفعلاً في عام ١٩٥٣ تُوِّجَ العمل المشترك لمجموعة من العلماء هم: James Watson and Francis Crick, Maurice Wilkins and Rosalind Franklin بوضع البنية التفصيلية ثلاثية الأبعاد لجزيء الدنا DNA.



الشكل (٣)

(٢) دراسة الجينات genes على مستوى بنيتها ووظيفتها واختلافها وانتقالها بين الأجيال.

فروع علم الوراثة في العصر الحديث:

ألقى علم الوراثة بظلاله على جميع مناحي الحياة، ودخل تقريباً جميع الفروع والتخصصات العلمية والطبية. وفيما يلي أهم فروع علم الوراثة بإيجاز:

- علم الوراثة التقليدي أو المدرسي Classical genetics: يعد أقدم فروع علم الوراثة، ويتضمن الملاحظات والنتائج الملموسة والملاحظة للعملية التكاثرية. بدأ علم الوراثة التقليدي بتجارب ماندل وتوج بقوانين ماندل التي حددت المبادئ الأساسية للتوريث. ويقوم علم الوراثة التقليدي على الطرائق والتقنيات التي سبقت ظهور البيولوجيا الجزيئية. وكان الاكتشاف الرئيسي في علم الوراثة التقليدي في حقيقيات النوى eucaryote هو الارتباط الجيني genetic linkage (لا تنفصل بعض الجينات انفصلاً كاملاً في الانقسام الانتصافي meiosis، بل تميل إلى البقاء مرتبطة بعضها ببعض نسبياً، ويخالف هذا قوانين ماندل في

ووظيفتها، وكيف يتم التعبير الجيني عن هذه الجينات لتعطي صفات محددة، كما حدّد الاستعداد الجيني للإصابة ببعض الأمراض البشرية وذلك ببحوث ودراسات يعتمد بعضها على ارتباطها بتعدد أشكال أحادي النوكليوتيد Single nucleotide polymorphisms (SNPs). وفي السنوات الأخيرة تغير فهم وظيفة جزيء الرنا RNA: إذ تبين أنه يقوم -إضافة إلى دوره في التعبير الجيني- بدور تنظيمي تحكيمي ضبطي، وهذا ما يُعرف بالرنا RNA الداخلي الصغير الحجم (الصغري) small interfering RNAs، والرنا الداخلي المكروي (miRNAs) هناك اختلاف بينهما في الحجم والآلية والوظيفة).

تعريف علم الوراثة Genetics:

هناك عدة تعاريف لعلم الوراثة، وفيما يلي التعريف الأشمل والأحدث والمستعمل حالياً:

علم الوراثة أو الوراثةيات هو التخصص الذي يُعنى بـ:

(١) دراسة التوريث Inheritance واختلافات الصفات البيولوجية.

وتقنياتها، وبشيء من التفصيل هو العلم الذي يدرس الصبغيات في الخلية ويربط تغيراتها واختلافاتها وما تسببه من أمراض. ويمكن للتقنيات المستخدمة في هذا العلم أن تشخص العديد من المتلازمات الصبغية التي تصيب الإنسان إما نتيجة اختلال الصيغة الصبغية aneuploidy وإما نتيجة ما يحدث فيها من إزفاء translocation أو خبن deletion (حذف) بعض أجزاء الصبغي.

● علم الوراثة الحيوي الكيميائي Biochemical genetics: هو دراسة العلاقات الأساسية بين الجينات والبروتينات والاستقلاب، ويهدف إلى تحديد أسباب العديد من الأمراض الوراثية الاستقلابية.

● علم الوراثة السريري Clinical genetics: هو تخصص في علم الوراثة، يهتم بتشخيص الاضطرابات الوراثية التي تصيب الأفراد وعائلاتهم وتبديرها والوقاية منها.

● علم الوراثة التطوري Developmental genetics: هو فرع من علم الوراثة يدرس كيف تؤثر الجينات في عمليات تنامي الكائن الحي ومراحله. فهو يسمح بمقارنة اختلافات البنى الشكلية (ضمن مراحل تكون الكائن الحي، أو بين الكائنات) على مستوى المسالك أو السبل الجينية التي يعبر عنها تعبيراً مختلفاً بحسب كل مرحلة أو بنية تطورية. كما يبحث هذا الفرع في الجينات المتماثلة homologous gene (الجينات المتماثلة والثابتة التسلسل بين أنواع تطورية مختلفة) مقارنة بجينات التنامي التي تختلف بين نوع وآخر.

● علم الجينيات Genomics: هو تخصص في علم الوراثة يطبق تقنية الدنا DNA المأشوب، وطرائق سلسلة الدنا، والمعلوماتية الحيوية bioinformatics، والتركيب والتحليل لبنية جينات كائنات مختلفة ووظيفتها.

● الاستشارة الوراثية Genetic counselling: هو تخصص يتضمن عملية تواصلية تشاورية، يزود بها خبير في الاضطرابات الوراثية الأفراد المصابين باضطرابات وراثية أو أقرباءهم بمعلومات عن خطورة الاضطراب المدروس وذلك لمساعدتهم على اتخاذ قرارات مستنيرة ومسؤولة فيما يتعلق بالزواج والإنجاب والتشخيص الباكر والإنذار.

● علم الوراثة البشري Human genetics: هو علم الوراثة الذي يختص بالكائنات البشرية حصراً، ويشمل هذا العلم العديد من المجالات الوراثية الأخرى، مثل علم الوراثة المدرسي (الكلاسيكي) وعلم الوراثة الخلوي وعلم

التوريث). قدّم الارتباط الجيني طريقة لتحديد مواقع الجينات على الصبغيات وترتيبها على نحو تقريبي، أي خرائط الارتباط الجينية linkage maps. استُغني عن بعض أفكار علم الوراثة التقليدي أو فُسرت على نحو أدق مع ظهور علم الوراثة الجزيئي، وما يزال بعضها الآخر مُعتمداً عليه ومستخدماً حتى الآن.

● علم الوراثة الجزيئي Molecular genetics: هو فرع من البيولوجيا، يدرس بنية الجينات ووظيفتها على المستوى الجزيئي. وهو يستخدم تقنيات علم الوراثة وعلم البيولوجيا الجزيئي لتوضيح وظيفة الجينات وتأثيرها على المستوى الجزيئي. يتضمن علم الوراثة الجزيئي أيضاً دراسة التعبير الجيني Gene expression والطفرات Mutations والاختلافات الجينية genetic variations بين الأفراد. ومن أهم التقنيات المستخدمة في هذا الفرع تقنية تفاعل البوليميراز السلسلي (PCR) Polymerase chain reaction، وتقنية سلسلة الدنا DNA، وتقنية عزل الدنا والرنا من الخلايا، وتقنية التحويل الجيني، وتنسيل cloning الدنا DNA في البكتيريا لإنتاج بروتينات بشرية مهمة بأشكال نقية وبكميات كبيرة وتكلفة قليلة. وقد أسهم علم الوراثة الجزيئي إسهاماً كبيراً في تطوير مشروع الجينوم البشري وإتمامه.

● علم الوراثة السكاني Population genetics: هو دراسة التركيب الجيني ضمن الجماعات، ويتضمن ذلك دراسة توزع الأليلات alleles الجينية وتواترها ضمن الجماعات تحت تأثير أربع ظواهر تطورية، هي الانتقاء الطبيعي natural selection، والانزياح (الانسياب) الجيني Genetic drift، والطفرات mutation، والانسياب الجيني gene flow. يهتم علم الوراثة السكاني بدراسة الظواهر التالية في الجماعة: التأشيب recombination، تركيب الجماعة أو بنيتها Population structure، التقسيمات الفرعية للجماعة population subdivision، وذلك لفهم عمليتي التلاؤم adaptation و«الانتواع» speciation (تطور أنواع جديدة) وشرحها. في الحقيقة يندرج علم الوراثة السكاني تحت علم البيولوجيا التطوري evolutionary biology، ويستخدم العلماء في هذا الفرع العديد من النماذج الرياضية والمقاربات المحوسبة والعمل المخبري والحقلي لاختبار الفرضيات النظرية.

● علم الوراثة الخلوي Cytogenetics: هو العلم الذي يجمع بين طرائق علم الخلية وعلم الوراثة

الوراثة الجزيئي وعلم وراثه الجماعات وعلم الوراثة الحيوي الكيمائي وعلم الوراثة السريري وعلم الوراثة التطوري وعلم الجينوم والاستشارة الوراثية.

• علم الوراثة السلوكي Behavioural genetics:

هو حقل من علم الوراثة يدرس دور العوامل الوراثية في أنماط سلوك الحيوانات بما فيها الإنسان.

• علم الوراثة البيئي Ecological genetics:

فرع من علم الوراثة يدرس جماعات الكائنات الحية طبيعياً من الناحية الوراثية (ضمن بيئتها الطبيعية، وليس في المختبر أو في ظروف خاصة مضبوطة)، ويدرس أيضاً دور الجينات في تكيفات هذه الجماعات مع التغييرات البيئية المحيطة.

• علم الوراثة الميكروبي Microbial genetics:

هو فرع من علم الوراثة يختص بدراسة الجينات والتوريث والتعبير الجيني في الكائنات المجهرية (المكروية)، مثل البكتيريا Bacteria والعتائق Archaea والفيروسات Viruses وبعض الأوليات Protozoa والفطور Fungi.

• علم الأوبئة الجيني Genetic epidemiology:

هو فرع من علم الأوبئة، يهتم بدراسة دور العوامل الجينية وتأثيرها مع العوامل البيئية في تحديد الصحة والمرض في العائلات والجماعات. ويعتمد علم الأوبئة الجيني اعتماداً كبيراً على تحاليل إحصائية وكمية في تحديد دور العوامل الجينية في حالة الصحة والمرض في المجتمعات الكبيرة.

• علم الوراثة الكمي Quantitative genetics:

هو فرع من علم الوراثة يدرس الصفات المقيسة المتواصلة continual (كالطول والوزن) وآليات توريثها وتعبيرها. يمكن أن يُعدّ امتداداً للوراثة المندلية البسيطة من حيث إن التأثيرات المشتركة لجين أو أكثر مع العوامل البيئية (سواء داخل الجسد أم خارجه) تعطي التوزيع المتواصل لقيم النمط الظاهري (قيم الصفات المتواصلة).

• علم الوراثة الإحصائي Statistical genetics:

يهتم بتطوير الطرائق الإحصائية وتطبيقها في رسم استنتاجات مهمة من بيانات جينية متاحة. تطور هذا الفرع

بالتعاون الوطيد بين علماء الوراثة وعلماء البيولوجيا الجزيئية والأطباء السريريين وعلماء المعلوماتية الحيوية. وعلم الوراثة الإحصائي على صلة وثيقة بعلم وراثه الجماعات وعلم الأوبئة الجيني وعلم الوراثة الكمي.

• الهندسة الجينية Genetic engineering:

مصطلح عام وشامل يغطي كل التقنيات المخبرية والصناعية التي تستخدم لتغيير الآلة الجينية لكائنات حية بحيث تستطيع هذه الكائنات إنتاج محصول متزايد من مركب معين موجود بالأصل في المخزون الحيوي لهذه الكائنات، أو تركيب مركب جديد كلياً غير موجود في مخزونها الحيوي. وغالباً ما تضم الهندسة الجينية تقنيات تتلاعب بالجينات بطرق تتخطى عملية التكاثر الجنسي الطبيعية أو التكاثر اللاجنسي المعروف. يتم في البداية عزل الدنا المرغوب وتضخيمه بواسطة الاستنساخ (التنسيل) الجزيئي molecular cloning، ثم إدخاله في الكائن المضيف (المعدل جينياً)، أو يصطنع الدنا المرغوب بواسطة الـ PCR، مثلاً ثم يتم إدخاله في الكائن المضيف.

• علم الوراثة الدوائي Pharmacogenetics:

من الملاحظ أن الأفراد المصابين بمرض محدد يبدون استجابات مختلفة للدواء المُعطى نفسه، وهنا يأتي دور علم الوراثة الدوائي الذي يهتم بدراسة اختلاف استجابة الأفراد للأدوية نتيجة اختلافات موروثهم الجيني وتفسيره، أو بكلمة أخرى هو دراسة علاقة الاختلافات الجينية الموروثة بالاستجابة الدوائية لدى أفراد البشر أو حيوانات المختبر.

خاتمة:

لا يقف علم الوراثة عند حد معين فهو علم متجدد ومتطور يتداخل كثيراً مع الفروع والمجالات العلمية والطبية الأخرى ولا سيما تلك التي تهتم بصحة الإنسان وتوفير غذائه ومتطلباته، وما يزال هناك الكثير عن الجينوم ليتم اكتشافه. وما ذكر هنا هو نبذة مختصرة عن علم الوراثة وأهم فروعها، ويمكن للدارس الرجوع إلى المراجع المختصة للاستزادة.

مفاهيم أساسية في علم الوراثة

غالبية أبو الشامات

جزء الدنا من طاقين two strands يلتحم أحدهما بالآخر بواسطة الأسس الأزوتية بالنواتين ويرتبط التاييمين بالسيتوزين.

٢ - الحمض الريبى النووي (الرنا), Ribonucleic acid, RNA

يوجد الرنا RNA في معظم الكائنات الحية بشكل سلسلة مفردة خطية، وهو جزئي متعدد النكليوتيد مع عمود فقري مكون من تتالي جزيئات من سكر الريبوز والفوسفات. ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون ٥ من سكر الريبوز للنكليوتيد الأول وبذرة الكربون ٣ من سكر الريبوز من النكليوتيد المجاور (الشكل ٢). والاختلاف الرئيس بين جزئي الدنا DNA وجزئي الرنا RNA هو في جزئي السكر الذي يكون في الرنا سكر الريبوز، في حين يكون في الدنا ريبوز منقوص الأكسجين؛ إذ تغيب ذرة الأكسجين من الكربون رقم ٢. كما أن الأسس الأزوتية في جزئي الدنا تتألف من الأدينين والتاييمين والغوانين والسيتوزين، أما في الرنا فهناك اليوراسيل عوضاً من التاييمين الذي يختلف عنه بوجود زمرة متيل (الشكل ٣).

- الأنماط الرئيسة للرنا RNA.

ثمة أنماط مختلفة وعديدة من الرنا التي تؤدي وظائف متنوعة في الخلية، ويمكن تصنيف هذه الأنماط ضمن

أولاً - الحمض النووي Nucleic acid

جزء بيولوجي مكون من سلسلة من النكليوتيدات يُرمز قسم منه (يسمى الجينات) المعلومات الوراثية الموجودة على شكل شيفرة (راموز code)؛ تبني على أساسه بروتينات الجسم التي تمنحه مظاهره البنيوية والشكلية.

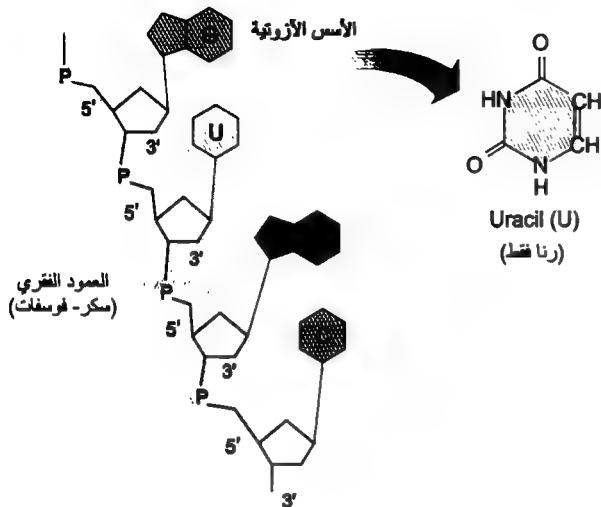
١ - الحمض النووي المنقوص الأكسجين (الدنا)

Deoxyribonucleic Acid, DNA

يُعدُّ جزئي الدنا المادة الوراثية في جميع الكائنات الحية (عدا بعض الكائنات كالفيروسات) ومخزناً للمعلومات الوراثية الضرورية لبناء عضوية من نوع أبويها؛ وهو المُسلِّمة المركزية في الوراثة central dogma، فوظيفته تخزين المعلومات الوراثية وتمريرها من جيل إلى آخر ومن خلية إلى أخرى بواسطة عمليات ثلاث هي: التضاعف duplication والنسخ transcription والترجمة translation.

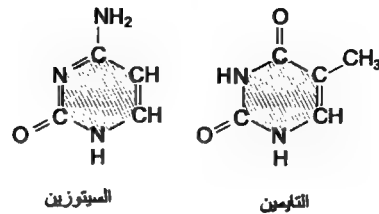
- بنية الحمض الريبى النووي منقوص الأكسجين، الدنا DNA

الوحدة الأساسية في تركيب جزئي الدنا DNA هي النكليوتيد منقوص الأكسجين، المكوّن من اجتماع سكر الريبوز المنقوص الأكسجين ومجموعة فوسفات وأساس أزوتي. وهناك أربعة أنماط رئيسة من الأسس الأزوتية: الأدينين (A) adenine والغوانين (G) guanine والتاييمين (T) thymine والسيتوزين (C) cytosine (الشكل ١). يتكون

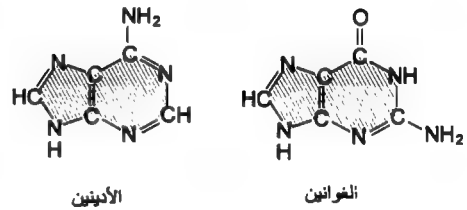


الشكل (٢) البنية الكيميائية لجزئي الرنا RNA

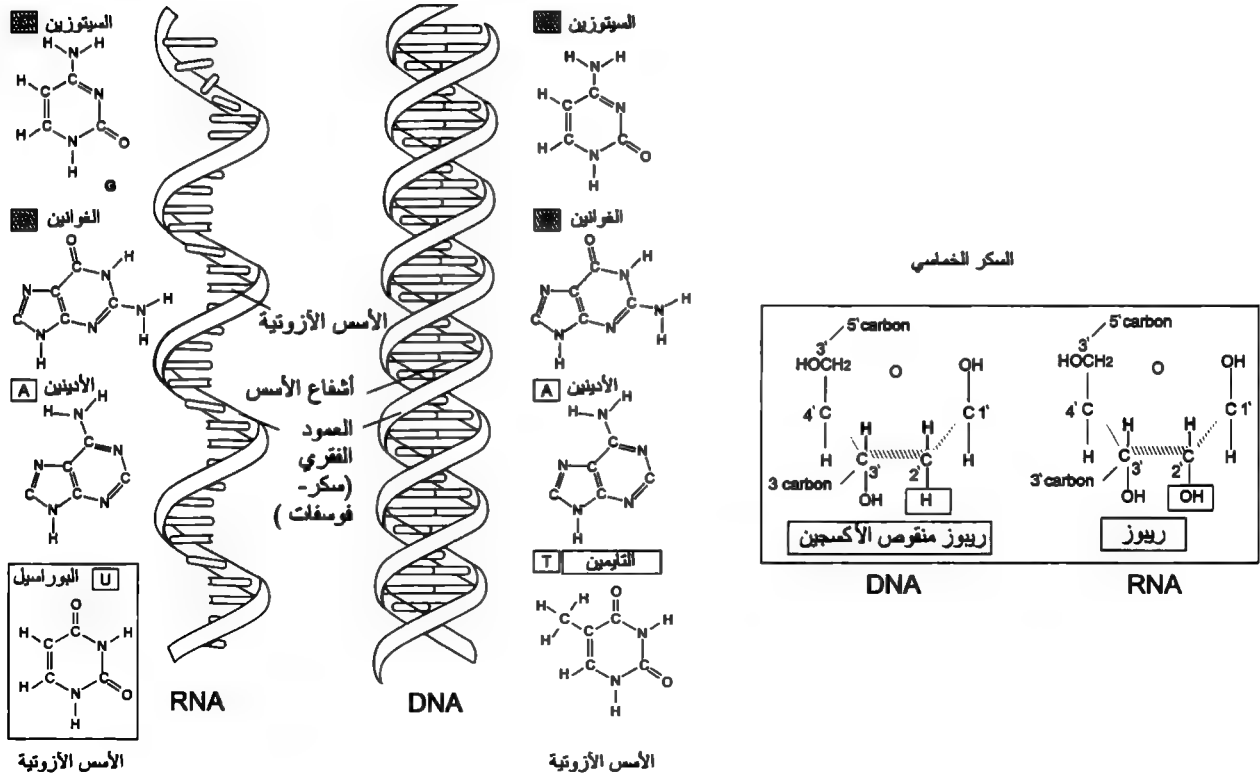
هيكل بيريميدين



هيكل البورين

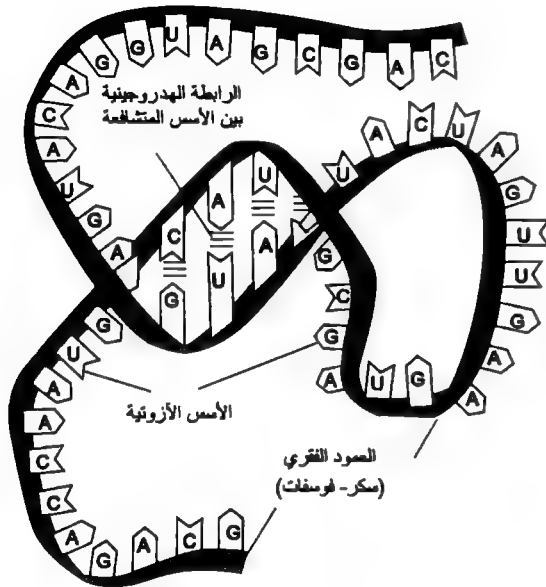


الشكل (١) البنية الكيميائية للأسس الأزوتية الأربعة في جزئي الدنا DNA



الشكل (٣) مخطط يوضح الفروق الرئيسية بين الحمضين الريبويين النوويين DNA و RNA

الآزوتية فيما بينها فإن الجزيء يلتف ليأخذ بنية تشبه هيئة ورقة نبات البرسيم التي تشتمل على عرا ومناطق حلزونية مزدوجة ترتبط بالرابطة الهيدروجينية، كما يملك الرنا



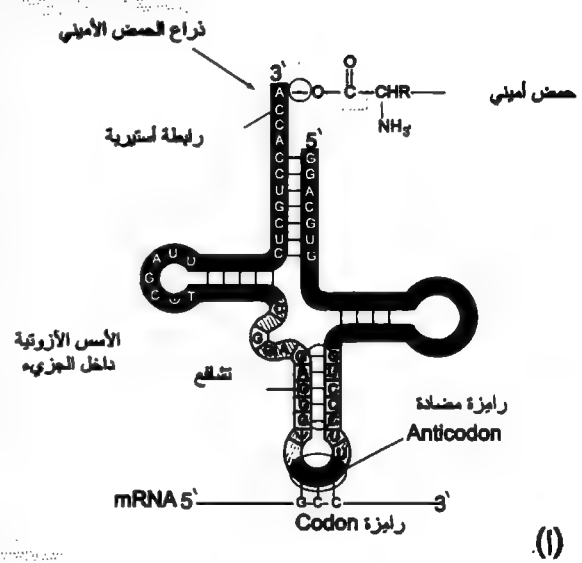
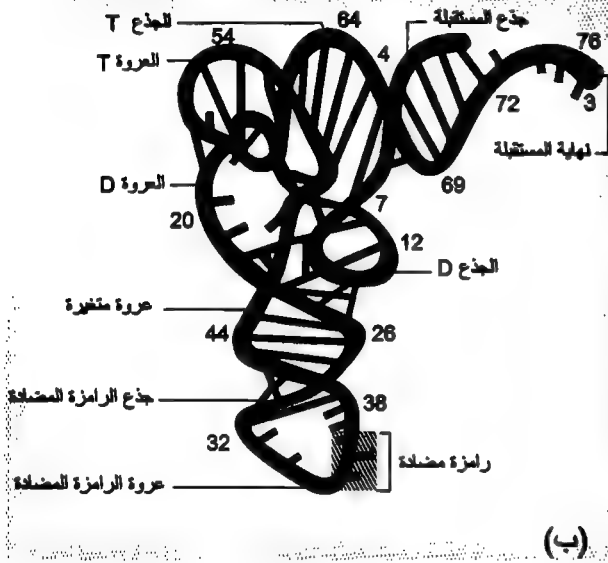
الشكل (٤) بنية جزيء الـ RNA المرسال: لجزيء الـ RNA بنية أحادية السلسلة تتألف أسسه من A, G, C, U يمكن أن تتثنى وتشايع الأسس المتقابلة مشكلة بنية ثانوية تشبه عرى دبوس الشعر

مجموعات رئيسية هي:

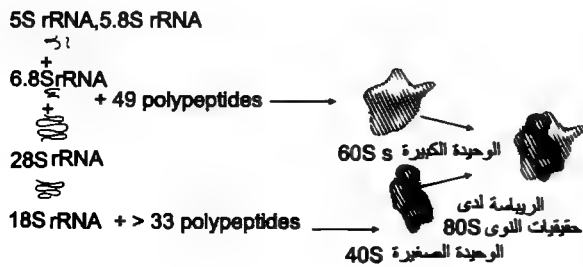
أ- الرنا RNA بوصفه مادة وراثية: تتميز أنواع معينة من الفيروسات بأن مادتها الوراثية هي من الرنا، مثل فيروس التهاب الكبد C وفيروس الإيدز HIV. وقد تكون سلسلة الرنا بشكل أحادي الطاق ssRNA، وكفيروس single-stranded، وكفيروس الحصبه الألمانية Rubella virus أو بشكل ثنائي الطاق double-stranded، dsRNA مثل الفيروسات العجالية rotavirus التي تسبب التهاب الأمعاء الحاد في البشر.

ب- الرنا المرسال (Messenger RNA, mRNA): تتمثل الوظيفة الرئيسية للرنا المرسال بنقل الشيفرة الوراثية اللازمة لتركيب البروتين من النواة إلى الجسيمات الريبية، وهي مواقع تركيب البروتين في السيتوبلازما، حيث تتم ترجمتها إلى تتال معين من الحموض الأمينية حين تركيب البروتين (الشكل ٤). يؤلف هذا النمط من الرنا قرابة ٥% أو أقل من الكمية الإجمالية للرنا الموجودة في الخلية، ويعد هذا الجزيء غير مستقر أو غير ثابت استقلابياً.

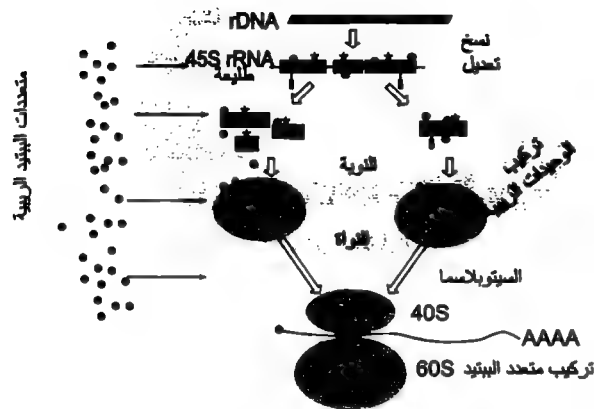
ج- الرنا النقال (Transfer RNA, tRNA): يؤلف قرابة ١٥% من كمية الرنا في الخلايا، يتألف من سلسلة أحادية واحدة طويلة، مؤلفة من قرابة ٧٥ نكليوتيداً، ونظراً لتشايح الأسس



الشكل (٥) A: بنية جزيء الـ tRNA الناقل



الشكل (٦) مخطط يوضح تركيب الجسيم الريبسي في الكائنات حقيقية النوى



الشكل (٧) شكل تخطيطي يوضح مراحل تركيب الجسيمات الريبية في حقيقيات النوى

الخلية. يبلغ الطول التقريبي لهذا الرنا قرابة ١٥٠ نكليوتيداً، ويتميز بوفرة وجود اليوراسيل؛ لذلك يُعرف أيضاً بـ U-RNA. وهناك عدة مئات مختلفة من هذه الجزيئات وتشاهد ضمن نقاط التضفير (splicing speckles) في نوى الخلايا

النقل مواقع وظيفية مهمة (الشكل ٥). لهذا النمط من الرنا شأن في أثناء عملية الترجمة؛ إذ يُعدُّ عامل نقل واصطفاء للحموض الأمينية فهو يقوم بقراءة الكودون (الرامزة) على جزيء الرنا المرسل mRNA؛ ويحمل الأحماض الأمينية الموافقة التي ستدرج في البروتين المتشكل. وتجدر الإشارة إلى أن نسخ جزيئات الرنا النقل يتم ابتداءً من التسلسلات المرمزة إليها على جزيء الدنا بواسطة إنزيم بُوليميراز الرنا III (RNA polymerase III).

د - الرنا الريباسي (Ribosomal RNA, rRNA): يؤلف قرابة ٨٠٪ من كمية الرنا الموجودة في الخلية. وثمة أنواع مختلفة من جزيئات الرنا الريباسي rRNA يشار إليها عادة وفق معامل الترسيب الخاص بها الذي يدعى وحدة سفيدبرغ Svedberg، ويرمز إليها بـ (S). وترتبط هذه الجزيئات بعددات ببتيد محددة لتشكل وحيدات الجسيمات الريبية؛ ففي الخلايا حقيقية النوى تكون الجسيمات الريبية مؤلفة من أربعة أنماط مختلفة من الرنا الريباسي rRNA وقرابة ٨٠ نوعاً من عديدات الببتيد، ويتم نسخ معظم جزيئات الرنا الريباسي في النوية بواسطة إنزيم RNA polymerase I؛ كما توجد مئات النسخ من التسلسلات المرمزة إلى جزيئات الرنا الريباسي موزعة ضمن الجينوم (الشكل ٦) و (الشكل ٧). لجزيئات الرنا الريباسي أدوار مهمة في الخلية حيث تشكل جزءاً رئيساً من بنية الجسيمات الريبية، كما لها شأن تحفيزي بتشكيل الرابطة الببتيدية بين الأحماض الأمينية.

هـ - الرنا النووي الصغير (Small nuclear RNA, snRNA): يُعدُّ الرنا النووي الصغير أحد صنف جزيئات الرنا في

١- بنية الجين

١- بنية الجين في الكائنات حقيقية النوى

تتميز الجينات في حقيقيات النوى بوجود مناطق مرمزة تدعى إكزونات تتخللها مناطق غير مرمزة تدعى إنترونات. يُقرأ الجين بالاتجاه 5' ← 3' حين نسخ الرنا المرسال mRNA. ترمز كل ثلاثة نكليوتيدات إلى حمض أميني محدد، وتدعى الرامزة الوراثية codon. تلاحظ روازم محددة توافق بداية التسلسل المرمز؛ إذ تبدأ معظم السلاسل الببتيدية في حقيقيات النوى بالحمض الأميني الميثيونين، methionine، MET؛ لذا فإن الرامزة المشفرة للميثيونين - وهي الـ ATG - تشكل بداية التسلسل المرمز إلى أي بروتين، وتدعى رامزة البدء start codon. والإكزون الأخير من التسلسل المرمز برواظم يدعى رامزة التوقف stop codons، أو الرامزة عديمة المعنى nonsense codons؛ ذلك لأنها لا ترمز إلى أي حمض أميني؛ وهي: TGA، TAA / TAG. ويدعى التسلسل النكليوتيدي المكون من رامزة البداية ورامزة النهاية أو التوقف الذي يحصر سلسلة طويلة من الرواظم الثلاثية إطار القراءة المفتوح (open reading frame). يقع قبل التسلسل المرمز لأول حمض أميني، وبعد نهاية التسلسل المرمز من الجين في الاتجاهين 5' و 3' ص untranscribed region (UTR). تتميز هذه المنطقة بأنها تُنسخ لكنها لا تترجم إلى حموض أمينية، فالترجمة تبدأ من رامز البداية وتنتهي عند رامز التوقف فقط. تمتلك جميع الجينات مواقع تنظيمية (Cis-acting elements عناصر مقرونة) تسهم في تنظيم عملية التعبير الجيني. تتعرفها العناصر المشاركة في عملية النسخ Transcription factors. ومن المواقع المنظمة: **المُحَضِّضُ أو المُعَزِّزُ promoter**؛ هو تسلسل من الأسس يتوضع بالقرب من نقطة بداية النسخ بالاتجاه 5'، يرتبط به إنزيم بوليميراز الرنا II وعناصر الانتساخ الأخرى من أجل استهلال عملية نسخ الرنا المرسال mRNA، غالباً ما يتميز المحضض بوجود تسلسلات مميزة ضمنه هي: -TATA box، أو CG box أو CAAT box (الشكل ٨).

حقيقيات النوى حصراً حيث لها شأن مهم في أثناء عملية قطع الإنترونات وتشكيل الرنا المرسال messenger RNA الناضج.

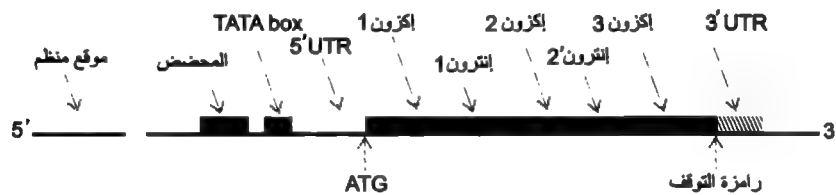
كما توجد أنماط أخرى من جزيئات الرنا النووي الصغير في الخلية مثل الرنا المكروي miRNAs والرنا التداخلي الصغير (siRNAs) (Small interfering RNA) التي لا يتجاوز طولها ٢٠-٢٥ شفعاً من الأسس، وتعمل على تنظيم التعبير الجيني والدفاع عن الجينوم من الأحماض النووية الغازية. وتعد هذه الجزيئات مصدر اهتمام الباحثين في الآونة الأخيرة؛ ولا سيما فيما يختص بفهم مسببات المرض والعلاج.

ثانياً - الجين Gene

الجين بالتعريف هو الوحدة الوظيفية والفيزيائية الأساسية للمعلومات الوراثية؛ وهو قطعة من الدنا مؤلفة من تسلسل النكليوتيدات؛ تحوي الشيفرة الوراثية genetic code المحددة لاصطناع البروتين أو نسخ جزيء الرنا دون الترجمة إلى بروتين. استخدم العالم Johannsen مصطلح الجين أول مرة عام ١٩٠٩. والجينات وفق المفهوم المدرسي (الكلاسيكي) تحتل مكاناً محدداً على الصبغي يدعى «موضع»، locus، وهي مسؤولة عن الترميز encoding إلى نمط ظاهري محدد phenotype. يحمل الصبغي الواحد العديد من الجينات، ويؤدي تغير تسلسل الجين إلى تغير الصفة أو النمط الظاهري الذي ترمز إليه. ولكل جين أليلان alleles. وتورث الجينات من الآباء إلى الأبناء، ويُعد الجين وحدة انتقال transmission وانفصال segregation من خلال عملية الانقسام المنصف mitosis والتعابر crossing over، كما قد تتعرض الجينات للتطفر mutation تحت تأثير عوامل وظروف محددة.

يمكن تمييز نوعين من الجينات: جينات بنيوية structural: تنتسخ إلى جزيئات رنا مرسال mRNA؛ تُترجم لاحقاً إلى عديد ببتيد مثل الجين المرمز إلى إنزيم محدد أو بروتين بنيوي ما. وجينات لا بنيوية Nonstructural: وهي التي تنتسخ إلى أحماض رنوية لا تترجم إلى عديد ببتيد كالجينات المرمزة إلى الرنا الريباسي rRNA والرنا النقال tRNA.

التسلسل المرمز



الشكل (٨) رسم توضيحي لبنية الجين في الكائنات حقيقية النوى

الكابح repressor protein. يرتبط هذا البروتين بالمشغل، ومن ثم يمنع عمل المحضض؛ أي يوقف عملية النسخ، وبذلك يتم التحكم بآلية عمل الأوبيرون وتعبيره (المشغل) (الشكل ٩). ومن أبرز الأمثلة عن الأوبيرونات «أوبيرون» اللاكتوز الذي يُعدّ مثلاً جيداً على مقدرة الجراثيم على تنظيم عملية الاستقلاب بحسب الظروف البيئية المحيطة.

٢- النمط الجيني Genotype

يشير هذا المصطلح الوراثي إلى التركيبة الجينية التي أنتجت صفة في الكائن الحي. يتكون النمط الجيني من أليلين لكل صفة؛ لكن قد تحتاج الصفة (النمط الظاهري) إلى تدخل أكثر من جين.

٣- النمط الظاهري Phenotype

من الأمثلة على الأنماط الظاهرية: الطول ولون الشعر ولون العيون، كما تشمل الأنماط الظاهرية أيضاً الخصائص التي يمكن ملاحظتها وقياسها في المختبر؛ مثل مستويات الهرمونات أو تركيز بعض الإنزيمات في الجسم.

٤- الخلية Trait

تُعرف الخلية بأنها الصفة التي تعود إلى فرد معين، وهي سمة محددة وراثياً. فالنمط الظاهري لأي فرد هو سمة مميزة ملحوظة لديه مثل لون العيون أو فصيلة الدم. ويتم تحديد بعض الصفات من النمط الجيني.

٥- الأليل Allele

الأليل هو نسخة بديلة للجين. ولكل جين أليلان في الفرد الواحد، يقعان في الموضع الجيني (genetic locus) ذاته على

تُعدّ منطقة المحضض ذات أهمية كبيرة في تنظيم التعبير عن أي جين، وتستخدم وتختار بعناية في الهندسة الوراثية وإنتاج الكائنات المعدلة وراثياً لضمان تعبير هذا الكائن عن الصفة المرغوبة.

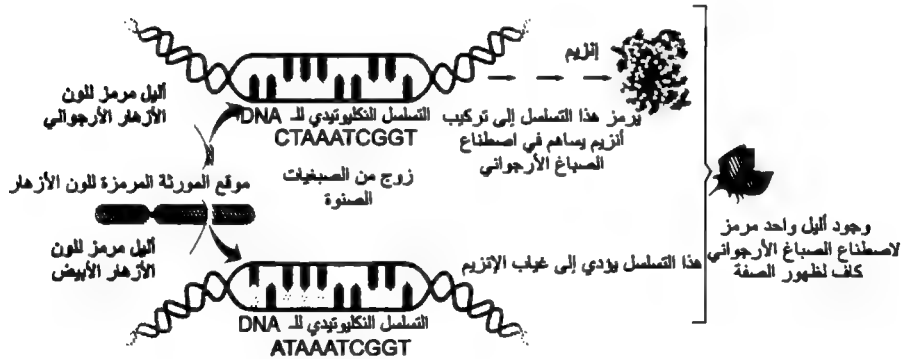
من المناطق التنظيمية أيضاً المعزز Enhancers وهو تسلسل قصير من الأسس قرابة (20-30 bp)؛ يبعد عن المحضض آلاف الأسس، ترتبط به عوامل انتساخ محددة وتهيئ لتوضع معقد الانتساخ المفضل على المحضض. تكون أغلب المعززات نشطة في أنماط خلوية محددة فقط، ولها شأن رئيس في تنظيم التعبير الجيني التفاضلي، مما يجعل التعبير الجيني منظماً على نحو دقيق وفقاً للزمان والمكان (وفق النمط الخلوي - مرحلة النمو).

ب- بنية الجين في بدائيات النوى procaryote

تختلف بنية الجين في الكائنات بدائيات النوى عنها في حقيقيات النوى، إذ تكون الجينات مجتمعة على شكل أوبيرونات (مُشَاغل) operons. والأوبيرون: هو وحدة وظيفية من صبغى الجرثوم، يتألف من مجموعة من الجينات التي تكون مسؤولة عن الترميز إلى الإنزيمات اللازمة لتوفير خط استقلابي محدد؛ أو إلى مجموعة من البروتينات المترافقة. يشتمل الأوبيرون على مُحضض (مكان ارتباط إنزيم بوليميراز الرنا)، ومُشَغِّل operator يمثل مكان ارتباط البروتين الكابح. ويتم التحكم بعملية التعبير الجيني بواسطة جين يقع خارج الأوبيرون يدعى الجين المنظم regulatory gene يقوم بالترميز إلى بروتين يدعى البروتين



الشكل (٩) رسم تخطيطي لبنية الجين في بدائيات النوى



الشكل (١٠) رسم توضيحي يشرح مفهوم الأليل.

على نحو مستقل عن تضاعف الصبغي الحلقي، وهي غير أساسية لحياة الجرثوم وتكاثره، بيد أنها تمنح الجرثوم صفات إضافية مثل مقاومة المضادات الحيوية. ولها على العموم أهمية تطبيقية كبيرة بسبب امتلاكها جينات مهمة، وتستهمل نواقل في مجال الهندسة الوراثية.

ولكن المجين يكون لبعض الكائنات بدائيات النوى الأخرى أكثر تعقيداً، فمثلاً يتألف مجين الجرثوم *Borrelia burgdorferi* المسبب لداء لايم Lyme disease من صبغي خطي linear chromosome بطول ٩١١ kb ويحمل ٨٥٣ جيناً؛ فضلاً عن ١٧ أو ١٨ من جزيئات الـ DNA الحلقية والخطية بطول إجمالي ٥٣٣ kb وقربة ٤٣٠ جيناً. وتجدر الإشارة إلى أن المجين متعدد الأجزاء Multipartite genomes أصبح معروفاً في العديد من الأنواع الأخرى من الجراثيم والعتائق archaea.

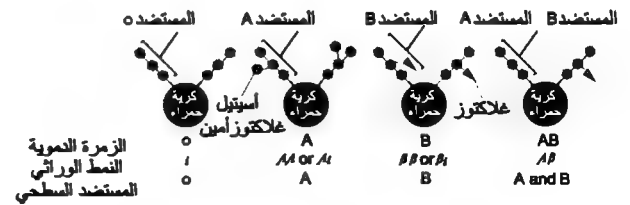
ب - المجين في حقيقيات النوى:

يتألف الجزء الأكبر من مجين الكائنات حقيقيات النوى من المجين النووي؛ وهو مجمل الصبغيات داخل نواة الخلية؛ فضلاً عن جزء أصغر بكثير يقع في الميتوكوندريا وفي الصانعات الخضراء في الخلايا النباتية والمكون من حلقات ثنائية الطاق من الدنا.

هناك مفارقات ملحوظة في مجين الكائنات حقيقيات النوى، فلسنوات عدة أنتج عدم وجود علاقة دقيقة بين درجة تطور الكائن الحي ودرجة تعقيده وبين حجم مجينه مفارقة أو ما يشبه اللغز بالنسبة إلى العلماء؛ إذ يختلف حجم المجين في الكائنات الحية (الشكل ١٣)، ويراوح بين ١٠-١٠٠,٠٠٠ Mb؛ فمثلاً يبلغ حجم مجين الإنسان ٣,٤ × ١٠^٩ bp؛ في حين يبلغ حجم مجين نبات البصل *Allium cepa* ١,٥ × ١٠^٩ bp ومجين المتحول *Amoeba dubia* ٦,٨ × ١٠^٩ bp. ومن الملاحظ أيضاً أن درجة تعقيد الكائن الحي لا ترتبط بعدد الجينات التي يملكها؛ فمجين الخميرة *S.Cerevisiae* مثلاً البالغ (١٢) Mb يؤلف ٠,٠٠٤ من حجم مجين الإنسان، ومن ثم من المتوقع أن تملك الخميرة أنفة الذكر ١٦ صبغياً؛ في حين تملك ذبابة الفاكهة ٨ صبغيات، أما الإنسان فيمتلك ٤٦ صبغياً؛ في حين تملك الأسماك الذهبية ٩٤ صبغياً. ولوحظ عدم

الصبغي. يمثل كل زوج من الألائل النمط الجيني لجين محدد، وتسهم الألائل في إظهار النمط الظاهري للكائن الحي (الشكل ١٠).

وتُعرف الأنماط الجينية بأنها تماثلية الألائل homozygote إذا وجد الأليلان تماثليان في الموقع الجيني ذاته، في حين تكون الأنماط الجينية متخالفة الألائل heterozygote إذا اختلف الأليل في الموقع الجيني الواحد. وقد تكون الأليلات متنحية recessive أو سائدة dominant. وتسمية الأليل بأنه سائد لا يكون بسبب قهره للأليل المقابل له؛ فليس ثمة سيادة أليل على الأليل المقابل له، كما أن تصنيف الجينات المتقابلة جينات سائدة أو متنحية يعتمد كلياً على وظيفة منتج الجين أو طريقة تأثيره (الشكل ١١).



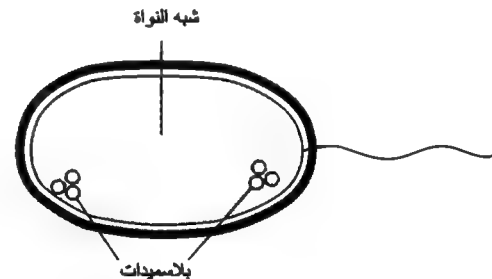
الشكل (١١) تحديد الزمر الدموية ABO لدى الإنسان بواسطة الألائل المتعددة

ثالثاً- المجين Genome:

المجين أو الجينوم هو المجموع الوراثي الكلي للكائن الحي؛ أي مجموع الدنا DNA الكلي الموجود في خلية محددة أو في الفرد، ويشمل الصبغيات ودنا DNA الميتوكوندريا، وكذلك دنا الصانعات الخضراء في الخلايا النباتية.

أ- المجين في بدائيات النوى procaryote:

تُظهر الكائنات بدائيات النوى تنوعاً كبيراً في تنظيم المجين لديها؛ فيكون المجين في بعضها مؤلفاً من صبغي وحيد حلقي مؤلف من دنا عار يرتبط به عدد قليل نسبياً من البروتينات؛ إضافة إلى حلقات صغيرة مضاعفة السلسلة من الدنا DNA بطول عدة آلاف زوج من الأسس تدعى البلازميدات Plasmids (الشكل ١٢). تتضاعف البلازميدات



الشكل (١٢) تنظيم المجين في أحد الجراثيم عسوية الشكل.

يتميز المجين المتقدري بأن ٩٣٪ منه مرمز؛ ويعدم وجود إنتروونات؛ ويكون نمط توريثه أمومياً Maternal inheritance. أما المجين النووي في الإنسان فيتكون من صبغيات خيطية، وهي ٢٢ شفعاً من الصبغيات الجسدية somatic وزوجاً من الصبغيات الجنسية تحمل قرابة ٢٠ إلى ٣٠ ألفاً من الجينات المرمزة وعناصر تحكم وراثية؛ منها نحو ٦ آلاف جين ترمز إلى اصطناع أنواع مختلفة من جزيئات الرنا RNA. ومن الملاحظ أن قرابة ١,٥٪ من الدنا النووي فقط يرمز إلى اصطناع بروتين، في حين لا يملك ما تبقى وظيفة ترميزية وتسلسلات فريدة تكرارية؛ فقرابة ٣٪ من جينوم البشري تألف من تسلسلات دنا تكراري DNA repetitive تختلف فيما بينها في طول التكرار، تميز منها العناصر التكرارية الترادفية Tandemly repetitive والمنتشرة أو المبعثرة Interspersed (الشكل ١٦). ومن التسلسلات الترادفية يمكن تمييز سواتل الدنا Satellite DNA التي تحوي السواتل الصغيرة minisatellite والسواتل المكروية microsatellite. تنتشر السواتل المكروية على طول المجين وتستخدم في تتبع توريث الألائل المرضية المرتبطة بها على نحو وثيق، وتعد واسمات جزيئية في الدراسات الوراثة للجماعات. يتركز وجود سواتل الدنا على نحو عام قرب القسيمات المركزية centromeres والقسيمات الطرفية telomeres، وثمة قرابة عشرة أنواع منها في البشر تستخدم عادة لتحديد البصمة الوراثية للأفراد. ويسبب خلل التكرارات الترادفية بعض الأمراض الوراثية الشهيرة مثل متلازمة الصبغي X الهش Fragile X syndrome ومرض هنتنغتون Huntington's disease.

أما العناصر التكرارية المبعثرة فهي منتشرة على نحو عشوائي في جميع أنحاء المجين؛ يبلغ طول الواحد منها بين

وجود ارتباط بين عدد الصبغيات وحجم المجين؛ فمثلاً تمتلك بعض أنواع السلمندر مجيناً أكبر بثلاثين مرة من حجم مجين الإنسان لكنها موزعة على نصف عدد صبغيات الإنسان. إن هذه المفارقات والمقارنات بين مجين الكائنات الحية هي محط اهتمام الباحثين الذين لم يتوصلوا إلى حلها حتى الآن.

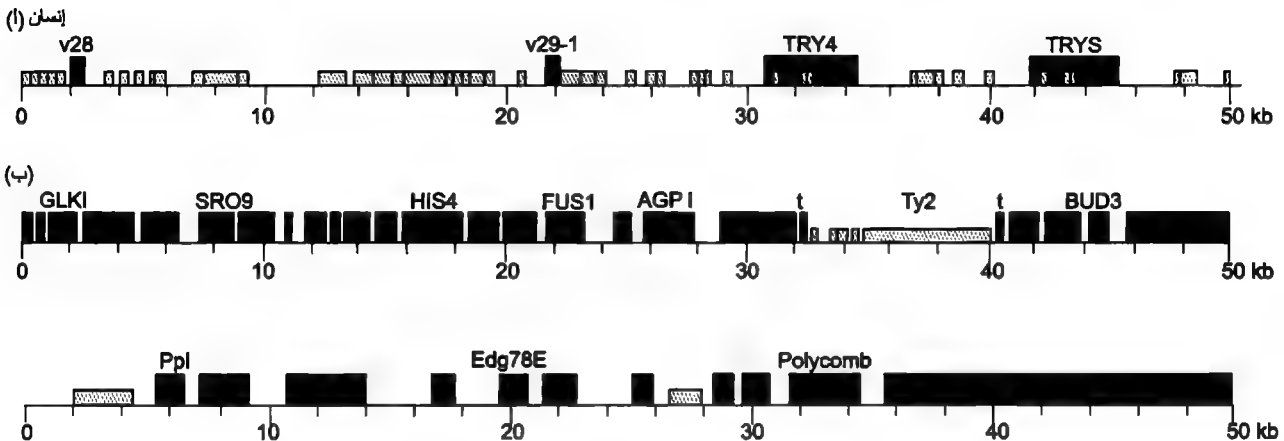
ج- المجين في الإنسان

يتألف مجين الإنسان كما في باقي الكائنات حقيقيات النوى من المجين النووي والمجين المتقدري (الشكل ١٥). ويتكون مجين المتقدرات من حلقة واحدة أو عدة حلقات صغيرة من الدنا (١٦,٥ kb) يملك كل منها (٣٧) جيناً مرمزاً (٢٤) منها ترمز إلى اصطناع جزيئات من الرنا النقال mt rRNA والرنا الريباسي mt rRNA و (١٣) إلى اصطناع بروتينات المعقدات التنفسية respiratory complex وإنزيمات الفسفة التأكسدية.

مقارنة أحجام الجينوم لدى مجموعة من الكائنات المختلفة



الشكل (١٣) شكل بياني يوضح الفروق بين أحجام المجين في الكائنات الحية المختلفة.



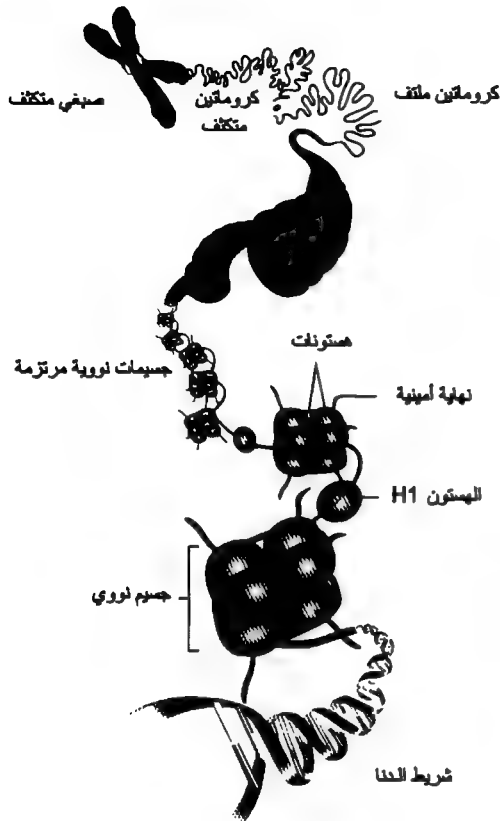
الشكل (١٤) رسم توضيحي يوضح الفروق في الكثافة المورثية بين الكائنات الحية

الكثير من التنوع والاختلافات بين البشر، ويقدر معدل التغيرات بما يقارب 3×10^{-8} تغير للمجين الواحد. وتعود أسباب هذا التنوع إلى وجود التسلسلات التكرارية المتنوعة والمنتشرة في المجين؛ وكذلك إلى التعدد الشكلي على مستوى النكليوتيد الواحد single nucleotide polymorphism, SNP.

رابعاً- الصبغي Chromosome

جاء مصطلح الصبغي أو الكروموزوم chromosome من اليونانية، وهو مؤلف من كلمتين هما: chroma وتعني التلون؛ و soma وتعني الجسد، فالصبغيات هي جسيمات قابلة للتلون الشديد. ويعرف الصبغي بأنه جزيء عملاق مفرد يشكل الدنا DNA الوحدة الأساسية فيه، ويحتوي على الجينات في ترتيب خطي. لذا تُعرف الصبغيات بأنها نواقل الجينات؛ لأنها تحمل المعلومات الوراثية لتكوين الإنسان؛ ولهذا تدعى باسم الحقيقية الوراثية البشرية.

يلتف دنا الصبغي حول نوى من البروتينات الهيستونية histone ضمن هندسة محددة تبدو بالمجهر على شكل صبغيات متميزة هندسياً في الطور التالي metaphase من الانقسام الخلوي (الشكل ١٧).

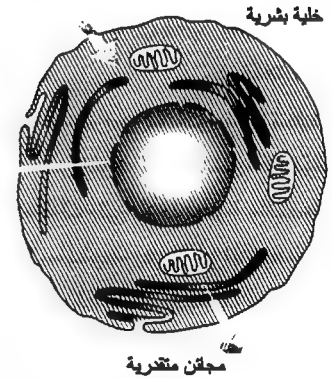


الشكل (١٧) رسم تخطيطي مبسط يوضح البنية الدقيقة للصبغي.

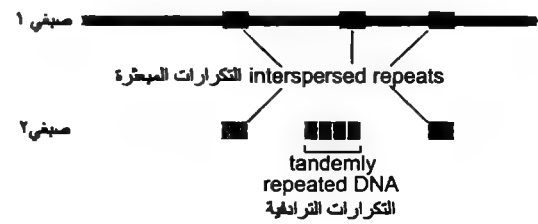
عقلة بشرية



مجين نووي



الشكل (١٥) رسم تخطيطي يوضح أنماط الجينوم في البشر



الشكل (١٦) شكل تخطيطي يوضح التسلسلات التكرارية الملاحظة في مجين البشر.

long ١٠٠-١٠٠٠ bp؛ منها العناصر النووية المبعثرة الطويلة interspersed nuclear elements, LINEs التقريبي لها قرابة ٨٠٠ bp وتؤلف نحو ٢٠٪ من المجين. وهناك أيضاً نحو مليون نسخة من التكرارات القصيرة التي تدعى العناصر النووية المبعثرة القصيرة short interspersed nuclear elements, SINES. يعرف منها نوعان Alu (قرابة ٣٠٠ bp) و MIR (قرابة ١٣٠ bp). تستخدم تسلسلات Alu في الطب الشرعي لتحديد الرئيسات، وبالمقابل تميز تسلسلات MIR الحمض النووي في الثدييات. تُعد التكرارات الطويلة والقصيرة SINES, LINEs من العناصر النقلة transposable elements، ويؤدي الخلل في بعضها إلى ظهور مجموعة من الأمراض الوراثية مثل الورام العصبي الليفي Neurofibromatosis؛ أو أورام خلية شوان Schwann cell tumors؛ وكذلك عدة أنواع من السرطان؛ بما في ذلك ساركوما آيوينغ Ewing sarcoma؛ وسرطان الثدي؛ وابيضاض الدم النقوي الحاد acute myelogenous leukemia.

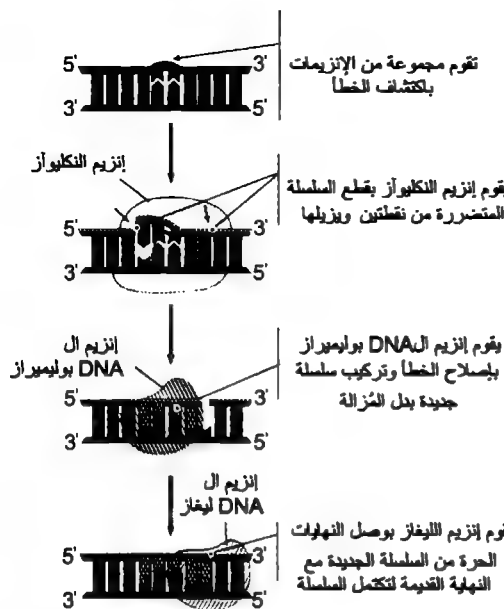
تبلغ نسبة اختلاف المجين البشري بين الأفراد ٠,١٪، وعلى الرغم من أن هذه النسبة تبدو صغيرة فإنها مسؤولة عن

البروتين الناتج، أو يحدث هذا التغير في المناطق غير المرمزة إلى تركيب البروتين.

تختلف الطفرات في حجمها، فقد يكون التغير في أساس واحد فقط من الأسس المكونة للـ DNA، أو يشمل قطعة كبيرة من الدنا.

١ - أسباب حدوث الطفرات:

تحدث الطفرات بسبب التعرض للعوامل المُطَفِّرَة (المُطَفِّرَات mutagenic) مثل بعض المواد الكيميائية - كالمُلَوِّنَات الصناعية والصبغات التي تضاف إلى الأطعمة - والتدخين والتعرض للأشعة كالأشعة السينية X-ray أو الأشعة فوق البنفسجية UV light؛ أو بسبب تأثير العديد من العوامل البيئية الخارجية والداخلية، بيد أن أغلب الطفرات تظهر على نحو تلقائي في أثناء عملية تضاعف الدنا. فمن الممكن أن يقوم إنزيم بوليميراز الدنا بارتكاب خطأ ما في أثناء إضافة النكليوتيدات إلى السلسلة المتشكلة (وهذا يحدث بمعدل مرة كل ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠ أساس)، غالباً ما يتم إصلاحه بواسطة إنزيمات خاصة تدعى نوكليزات داخلية endonuclease، ولكن إذا لم يصلح الخطأ فتظهر الطفرات المختلفة (الشكل ١٨).



الشكل (١٨) رسم توضيحي لآلية إصلاح الأخطاء في سلسلة الـ DNA

٢- الطفرات الموروثة والمكتسبة:

تدعى الطفرات التي تورث من أحد الأبوين الطفرات الموروثة، أو طفرات الأعراس germline mutations بسبب وجودها في أعراس أحد الأبوين وأورثها لأبنائه، ولذلك فإن

تُعدُّ عملية لف الدنا DNA ورمزه حول الهستونات في غاية الأهمية؛ وذلك من أجل السماح لجزيء الدنا DNA الطويل جداً (٢ متر) بأن يتناسب مع حجم النواة التي لا يتجاوز قطرها بضعة ميكرونات. يؤدي التفاف جزيء الدنا DNA حول الهستونات إلى تشكيل خيط الكروماتين بقطر ٣٠ نانومتراً. وتتحول خيوط الكروماتين حينما تدخل الخلية مراحل الانقسام الخلوي إلى عدد من الخيوط المستقلة القصيرة والثخينة المميزة تحت المجهر الضوئي؛ وتعرف عندها باسم الصبغيات.

عدد الصبغيات في الإنسان ٤٦ صبغياً موزعة ضمن أزواج، ويتمثل كل زوج صبغي بنسختين واحدة جاءت من الأم والأخرى من الأب، بحيث تمثل كل مجموعة منها (٢٣ صبغياً) بكتاب يحمل المعلومات الوراثية الآتية من الأم والكتاب الآخر يحمل المعلومات الوراثية الآتية من الأب، وهذا معنى الصيغة الضعفانية Diploid. كما تُصنّف الصبغيات في صبغيات جسمية autosomes مؤلفة من ٢٢ زوجاً من الصبغيات من الرقم ١ إلى الرقم ٢٢ - وهي نفسها في المرأة وفي الرجل - وزوج جنسي يكون XX في المرأة و XY في الرجل.

يتألف صبغي الطور التالي metaphase من شقين متآخيين sister chromatids متطابقين بحملهما المعلومات الوراثية نفسها ومرتبطين معاً بالقسيم المركزي. يقسم القسيم المركزي كل صبغي إلى ذراعين؛ يرمز إلى الذراع العلوية بـ p (مأخوذة من الفرنسية petit أي صغير)؛ ويرمز إلى الذراع السفلية بـ q مأخوذة من الكلمة الفرنسية queue؛ أي الذيل.

تدعى الصبغيات التي يقع فيها القسيم المركزي في المنتصف الصبغيات مركزية القسيم المركزي metacentric، ويكون للصبغي ذراعان متساويان تقريباً. في حين تدعى الصبغيات التي يتوضع فيها القسيم المركزي بالقرب من منتصف الصبغي الصبغيات قرب مركزية القسيم المركزي submetacentric. أما الصبغيات التي يتوضع فيها القسيم المركزي بالقرب من نهاية الصبغي فتدعى طرفية القسيم المركزي acrocentric، وتكون إحدى ذراعي الصبغي فيها قصيرة جداً.

خامساً- الطفرة Mutation

تُعرّف الطفرة بأنها تغير في تسلسل أسس مجين الكائن الحي، وهو تغير دائم في المادة الوراثية.

قد يحدث هذا التغير في المناطق المرمزة إلى تركيب سلسلة ببتيدية، مما يفضي غالباً إلى تعديل أو اضطراب في وظيفة

الوراثية لا تظهر مباشرة بعد الولادة؛ بل تظهر الأعراض في وقت لاحق من الحياة.

سابعاً – المتوالية Sequence،

تحدث المتوالية حين يسبب عيب أولي مفرد في أثناء نمو الجنين الباكر شذوذات متعددة بعملية شلالية لأخطاء تَخْلَق ثانوية وثالثية، تفضي بالنتيجة إلى مجموعة من العيوب المُعْبَر عنها بنسب مختلفة تعود إلى الحدث الأصلي. فعلى سبيل المثال إن العيب الأساسي في مُتَلَاَزِمَة بيير رويين Pierre Robin syndrome (تشوهات الحنك) هو نقص تنسج الفك السفلي mandibular hypoplasia، مما يؤدي إلى إزاحة اللسان إلى الخلف، مما يحول دون إغلاق الأقواس الحنكية.

ثامناً – الترابط Association،

مجموعة من التشوهات التي تحدث معاً على نحو أكثر تواتراً من المصادفة وحدها، وقد لا يُعرف لها مسبب مشترك؛ إذ لم يتم تحديد المسبب الأولي ولم يُعرف إذا كان نمط التشوه يعود إلى متلازمة أم إلى متوالية.

من الأمثلة السريرية المهمة ترابط VATER الذي يشمل شذوذات في العمود الفقري Vertebral anomalies ورتقاً شرجياً anal atresia وناسوراً مريئياً رغامياً Tracheoesophageal fistula وعيوباً كلوية Renal anomalies.

تاسعاً – مبادئ الوراثة المندلية Mendelian inheritance principles،

تعتمد الوراثة المندلية على مكتشفات العالم مندل في أثناء أبحاثه على نبات البازلاء؛ والتي عُرِفَت فيما بعد بمبادئ مندل أو قوانين مندل في الوراثة. وهي ثلاثة مبادئ يمكن تلخيصها على النحو التالي:

أ- قانون مندل الأول (الانفصال segregation، انفصال أليلي الجين الواحد): لكل خِلة (صفة) جين (مورثة) مؤلف من زوج من الألائل؛ كل واحد منهما محمول على صبغي (الصبغيات على شكل أزواج في الخلايا الجسدية). ينفصل أليل الجين في أثناء تشكل الأعراس بحيث يحصل كل عرس على نسخة واحدة من الجين، ويعود كلا أليلي الجين الواحد إلى الاجتماع على نحو عشوائي في أثناء عملية الإلقاح وحصول البيضة الملقحة؛ أي الفرد (الشكل ١٩).

ب- قانون مندل الثاني (التفاز المستقل للألائل independent assortment): لكل صفة جين خاص بها، وله موضع خاص به في صبغي معين. في أثناء تشكل الأعراس تنفصل الألائل الجينات المتوضعة على صبغيات مختلفة على نحو مستقل الواحد عن الآخر، وحين الإلقاح تجتمع هذه

هذا النمط من الطفرات يصيب جميع خلايا الجسم؛ ويكون موجوداً في أثناء حياة الفرد. أما إذا حدثت طفرة في أثناء تشكل الأعراس؛ أو مباشرة بعد الإلقاح (في البيضة الملقحة) فإن هذه الطفرة تدعى الطفرة الجديدة de novo mutation؛ أي إن الطفل يحمل الطفرة؛ في حين لا يحمل أي من أبويه تلك الطفرة.

وقد تحدث الطفرة في أثناء حياة الفرد وتدعى الطفرة المكتسبة أو الطفرة الجسدية Acquired or somatic mutation، ويجب تذكر أن الطفرات المكتسبة التي تظهر في الخلايا الجسدية لا يمكن أن تورث إلى الأبناء، فهي تظهر في الخلايا الجسدية (اللاجنسية) ولا تورث إلى الذرية. أما الطفرات الموروثة فتحدث في أعراس أحد الأبوين فتنتقل لذلك إلى الذرية.

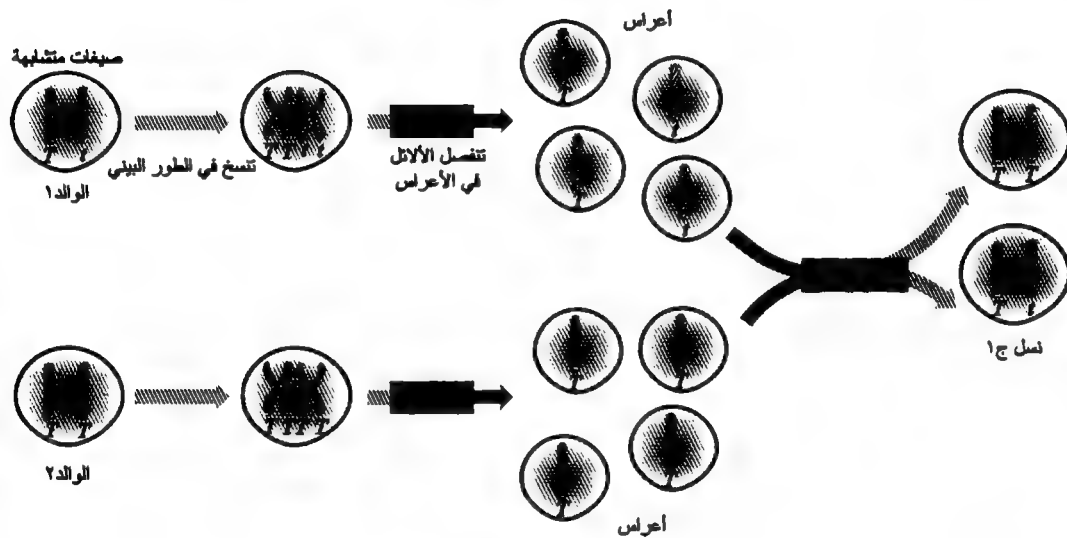
تجدر الإشارة إلى أن الطفرات ليست كلها ضارة بل قد يكون بعضها عديم الأثر مثل الطفرات الصامتة silent mutations حيث لا تسبب الطفرة تغييراً في الحمض الأميني، ومن ثم لا يحدث أي تغيير في البروتين الناتج. وتؤدي بعض الطفرات إلى إنتاج أنماط جديدة من البروتينات من شأنها أن تعطي ميزة البقاء على قيد الحياة للكائنات التي تملكها؛ فيكون لها لذلك تأثير مفيد في الكائن حاملها، من أمثلتها طفرة إزاحة الإطار التي لوحظت في أحد أنواع الجراثيم التي تدعى جراثيم النايلون Nylon Bacteria التي تعيش في مكب النفايات؛ إذ أدت هذه الطفرة إلى إنتاج إنزيم nylonase قادر على حلمة جزئيات النايلون من النفايات والحصول منها على مصدر جديد للطاقة لإبقائها على قيد الحياة.

سادساً – المتلازمة Syndrome،

تحدث معظم الطفرات في الجينات أو الشذوذات في الصبغيات اضطراباً على مستوى البروتينات المتشكلة، التي قد تفقد وظيفتها أو تُركَّب بأعداد كبيرة؛ مما يؤثر في نمو الفرد ويفضي إلى ظهور ما يدعى المتلازمة الوراثية genetic syndrome.

يمكن تعريف المتلازمة بأنها مجموعة من الأعراض والسمات stigma التي تظهر وتشاهد معاً في الفرد. ومن ثم فإن للمتلازمة الواحدة أكثر من عرض أو سمة واحدة مميزة؛ ولكل متلازمة وراثية محددة العديد من السمات النموذجية؛ اعتماداً على الجانب المتأثر أو مرحلة النمو المتأثرة.

قد يولد الطفل مع تشوهات واضحة في الجسم؛ واختلال في وظيفة أحد أجهزته كالقلب أو الدماغ؛ أو يُظهر اضطرابات عصبية محددة، غير أن العديد من المتلازمات



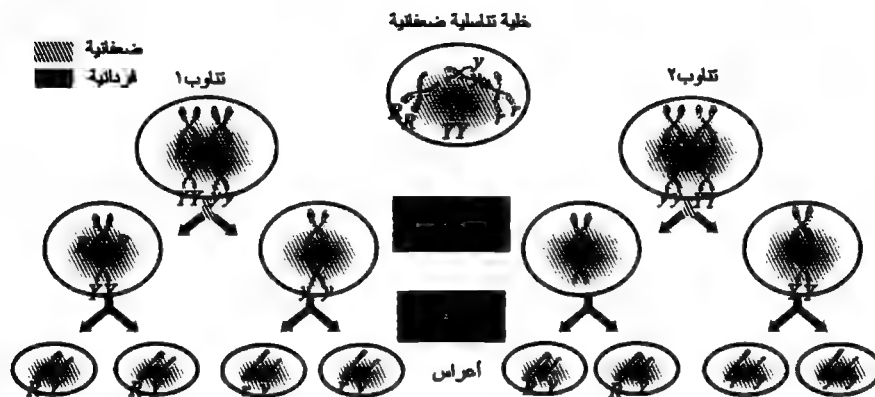
الشكل (١٩) يبين قانون مندل الأول وهو قانون انفصال الألائل في أثناء تشكل الأعراس وعودتهما في أثناء الإلقاح.

على نبات البازلاء الناجم عن الإلقاح)، وتعود الصفة المخفية في الجيل الحالي (الذي يكون هجيناً) إلى الظهور من جديد في الجيل اللاحق (الشكل ٢١).

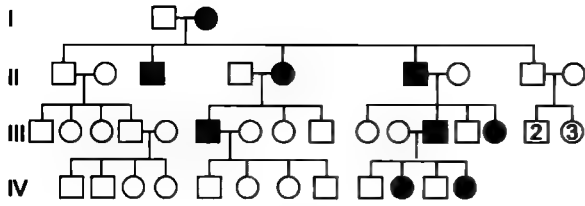
بتطبيق علم الوراثة ومبادئ مندل على الأمراض ظهرت مجموعة من الأمراض سُميت الأمراض الجينية المندلية لاتباعها مبادئ مندل الثلاثة المذكورة أعلاه؛ وهي التي تنجم عن طفرة في جين واحد، وقسمت إلى أمراض صبغية جسدية وأمراض مرتبطة بالصبغيات الجنسية، وفي كلا الحالتين قد تكون هذه الأمراض سائدة أو متنحية، وأضيفت إلى

الألائل على نحو عشوائي بحيث يكون هناك احتمال ظهور صفات لم تكن موجودة في الآباء، وتظهر نسب ثابتة بين الأنماط الظاهرية في الذرية (الشكل ٢٠).

ج- قانون مندل الثالث، مبدأ السيادة والتنحي بين الصفات: يعد العالم مندل أول من كشف مبدأ السيادة والتنحي بين الصفات، فقد لاحظ غياب إحدى الصفات (لون ثمرة البازلاء الأصفر سائد بالنسبة إلى الأخضر أي إذا اجتمع أليل يعود إلى جين صفة اللون الأصفر مع أليل يعود إلى جين اللون الأخضر فإن اللون الأصفر هو الذي سيظهر

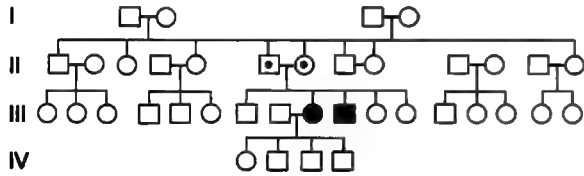


الشكل (٢٠) يبين قانون مندل الثاني، لكل صفة جين مكون من الأليلين محمولين على زوج صبغي مستقل تنفصل الألائل الجينية المختلفة على نحو مستقل الواحد عن الآخر، كما أنها (أي الألائل التابعة للجينات المختلفة) تعود حين الإلقاح على نحو عشوائي. في الشكل، يتوضع جين ملمس البازلاء Rr على الصبغي ٥، وجين لون البازلاء Yy على الصبغي ٨. عند تشكل الأعراس تنفصل الألائل كلا الجينين R و r و Y و y (بحسب قانون مندل الأول) كل لوحده بحيث يحصل كل عرس على أليل واحد من كل جين RY أو rY أو Ry أو ry حين الإلقاح وتشكل البيضة الملقحة تلتحم الأعراس مشكلة صفات الوالدين و صفات لم تكن موجودة سابقاً وينسب محددة وثابتة.



الشكل (٢٢): شجرة نسب نموذجية لمرض وراثي صبغي جسدي سائد. تشير الدائرة الغامقة إلى أنثى مصابة والمربع الغامق إلى ذكر مصاب، والخط الأفقي الواصل بين دائرة ومربع إلى الزواج. يلاحظ انتقال المرض من الوالد المصاب إلى أبنائه، ويلاحظ ظهور المرض في أكثر من جيل متعاقب.

الخلقي (المتلازمة الكظرية التناسلية)، ورنج فردرايخ، والغالاكتوزيميا، وأدواء اختزان الغليكوجين، ومتلازمة هيرلر، والمُهَقَّ الجلدي العيني، وبيلة الفينيل كيتون، وداء تاي ساكس، وداء وردينغ - هوفمان (الشكل ٢٣).



الشكل (٢٣): شجرة نسب نموذجية تُظهر عائلة لديها مرض صبغي جسدي متنح. يرمز المربع الغامق إلى ذكر مصاب بالمرض والدائرة الغامقة إلى أنثى مصابة. أما الدائرة الصغيرة الغامقة في المربع والدائرة فتشير إلى أنثى وذكر حاملين للطفرة المتنحية على الترتيب. تشير الأرقام الرومانية إلى رقم الجيل.

يكون الوالدان في هذه الزمرة من الأمراض حَمَلَة (أي أن كلا منهما يحمل الأليل الطافر المتنحي نفسه الذي لا يكفي وحده لإظهار المرض في كل منهما).

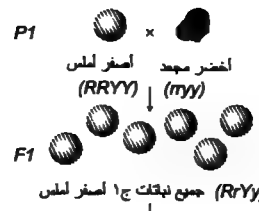
ويكون احتمال أن يولد للوالدين طفل مصاب ١ من ٤ (أي ٢٥%) في كل حمل.

واحتمال أن تنجب الأم طفلاً سليماً ١ من ٤. واحتمال أن ينجب الوالدان (الحَمَلَة) طفلاً حاملاً للطفرة المتنحية ٢ من ٤ (أي ٥٠%).

لا فرق في الاحتمالات السابقة بين الذكر والأنثى. ترفع الزيجات بين ذوي القرى احتمال إصابة الأبناء بهذه الزمرة من الأمراض؛ لأن الوالدين أخذوا الأليل الطافر نفسه من الجد المشترك بينهما.

و- مميزات مرض ناجم عن طفرة متنحية محمولة على الصبغي الجنسي X: (كمرض الفُوال، وعمى الألوان، والناعور، والحثل العضلي لدوشين، ومتلازمة هنتر) (الشكل ٢٤).

تكون الأم حاملة للطفرة على إحد الصبغيين X عندها، وزوجها سليم عادة.



9:3:3:1

الشكل (٢٤) يبين مبدأ السيادة والتنحي بين الصفات، حيث تختفي صفة في جيل وتعود للظهور في الجيل التالي.

وقانون التوزيع المستقل للألائل يرمز لجين البازلاء ب Rr ولجين لون البازلاء ب Yy. الأليل R يعطي صفة الأملس وهو سائد بالنسبة للأليل r الذي يعطي اللون الأخضر. عند حصول الإلقاح بين بزرتين نقيتين من البازلاء RRRYY (ملساء صفراء) و rrryy (مجعدة خضراء)، يكون جميع أفراد الجيل الناجم عن هذا الإلقاح ملساء صفراء لأنها الصفات السائدة. لكن أفراد هذا الجيل هجين (RrYy). فإذا حدث إلقاح بين أفراد هذا الجيل الهجين، تكون سبب الأنماط الظاهرية فيما بين أفراد الجيل الجديد على الشكل التالي: ٩:٣:٣:١، وتقرأ من اليسار إلى اليمين، فأعلى نسبة (٩) تعود للبازلاء الصفراء الملساء، (٣) للبازلاء الخضراء الملساء، (٣) للبازلاء الصفراء المجعدة، (١) للبازلاء الخضراء المجعدة.

الأمراض المندلية الأمراض الناجمة عن طفرة في جين متقدري.

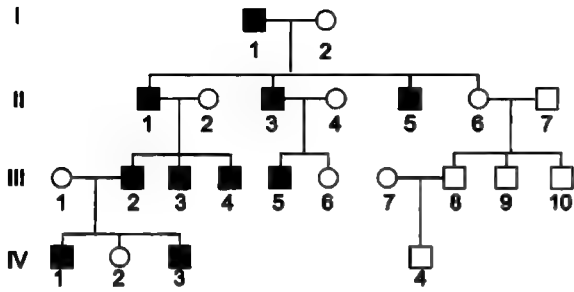
د- مميزات المرض الناجم عن طفرة سائدة متوضعة على صبغي جسدي (كمرض فرط كولستيرول الدم العائلي، الورام الليفي العصبي (فون ركلنكهاوزن von Recklinghausen)، متلازمة مارفان والودانة achondroplasia، التصلب الحدبي، داء هنتينغتون Huntington، داء السلائل القولونية، متلازمة نونان، متلازمة إهلر - دانلوس، حثل التأثر العضلي، تكون العظم الناقص).

تنتقل من الوالد المصاب (أب أو أم) إلى الجنين. احتمال أن ينتقل الأليل الطافر السائد من الوالد المصاب إلى الجنين ٥٠%.

يتساوى احتمال إصابة الجنين الذكر والأنثى (الشكل ٢٢).

ه- مميزات مرض ناجم عن الأليل طافر متنح متوضع على الصبغي الجسدي: (كمرض فقر الدم المنجلي، والتالاسيميا، والتليف الكيسي، وفرط التنسج الكظري

ج- مميزات مرض مرتبط بالصبغي Y (أمراضه نادرة جداً): (الشكل ٢٦)



الشكل (٢٦) شجرة نسب نظرية تبين طراز انتقال مرض مرتبط بالصبغي Y.

تنتقل حصرياً من الذكر إلى الذكر.

تسبب معظم أمراض الصبغي Y العقم عند الذكر ولا

تنتقل إلى الأبناء بسبب عقم الأب.

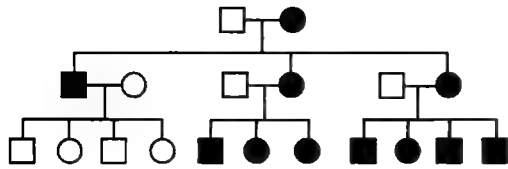
لاحظ انتقال المرض من الأب المصاب إلى ابنه الذكر فقط

وعدم وجود إناث مصابات.

ط- مميزات مرض متقدري mitochondrial: (مثال

اعتلال العصب البصري الوراثي لليبير Leber): (الشكل ٢٧).

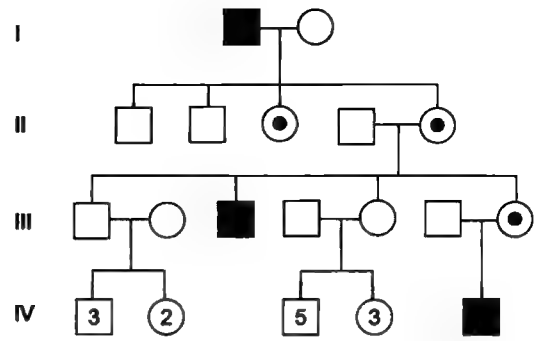
المتقدرات عضيات هيولية تحوي مجينها الخاص الذي يضم ٣٧ جيناً، وهي العضيات المنتجة للطاقة الرئيسة وتنتقل مع الببيضة؛ لذلك ينتقل المرض من الأم المصابة إلى جميع أبنائها الذكور والإناث، ولا ينتقل الذكر المصاب المرض إلى أبنائه الذكور والإناث.



الشكل (٢٧) شجرة نسب تبين عائلة لديها مرض متقدري. تشير الدائرة السوداء إلى أنثى مصابة والمربع الأسود إلى ذكر مصاب. العائلة مؤلفة من ثلاثة أجيال. الأنثى فقط التي تنقل الطفرة إلى الذرية.

الشكل (٢٨) شجرة نسب تبين عائلة لديها مرض مرتبط بالصبغي X

سائد



الشكل (٢٨) شجرة نسب تظهر عائلة مكونة من أربعة أجيال، مصابة بمرض جيني مرتبط بالإكس سائد كالناعور A ينتقل المرض من الأب المصاب إلى أبنائه الذكور بطريق بناته الحاملات.

ويكون احتمال أن تنجب طفلاً مصاباً ٢٥٪، ويكون ذكراً.

وا احتمال أن تنجب طفلاً سليماً ٧٥٪، وقد يكون ذكراً أو

أنثى.

وا احتمال أن تنجب أنثى سليمة ١٠٠٪.

ز- مميزات مرض مرتبط بالصبغي X سائد (مثل متلازمة

الصبغي X الهش، الرُخد rickets ناقص فوسفات الدم

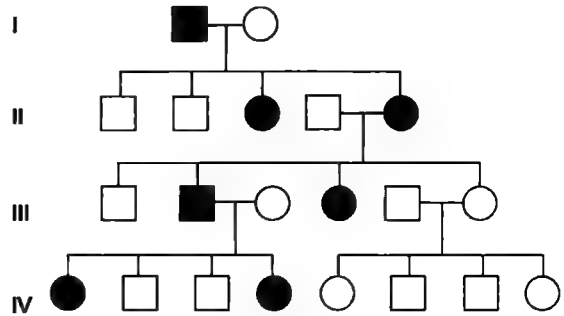
ويسمى أيضاً الرُخد المقاوم على الفيتامين د) (الشكل ٢٩):

لا ينتقل المرض من ذكر إلى ذكر.

تكون الأنثى متخالفة الألائل مصابة.

نسبة الإناث المصابات بالمرض ضعف نسبة الذكور.

تكون إصابة الذكور أشد من إصابة الإناث.



الشكل (٢٩) شجرة نسب تبين عائلة مكونة من أربعة أجيال لديها مرض مرتبط بالإكس سائد. يصاب الذكور والإناث اللواتي يكن متخالفات الألائل وتكون أعراضهن أقل شدة من الذكور.

الشكل (٣٠) شجرة نسب تبين عائلة لديها مرض مرتبط بالصبغي X

سائد

تعريف المرض الوراثي، والمصطلحات المستعملة في الأمراض الوراثية

محمد علي عجلوني

مختلفة من الحيوانات والنباتات بدءاً من خزان أصلي مشترك.

الانزياح جيني (السياق) genetic drift: تغير في تواتر صفة أو أليل يحدث في مجتمع صغير (مثال المجتمع المغلق على نفسه لسبب ما).

بصمة وراثية (جينية) genetic fingerprinting: تحليل كيميائي بيولوجي يكشف توليفة السوائل الصغيرة أو الميكروية المميزة لفرد ما.

تأشب recombination: يُنظر تعابر.

تجانس نسيجي homoplasy: وجود نمط واحد من الدنا المتقدري سليم أو طافر في متقدرات الفرد الواحد.

تجانف skew: اختلال عملية التعطيل العشوائي لإحدى إكسي XX الأنثى يتم به تعطيل إحدى الإكسين بنسبة أعلى بكثير من الأخرى. قد تسبب هذه الظاهرة ظهور أعراض مرض متنح مرتبط بالإكس عند أنثى حاملة للمرض متخالفة الألائل.

ترابط (أو رابطلة ج: روابط) association: مجموعة من التشوهات يترافق حدوثها في أحد الأفراد على نحو ليس صدفة وإنما يُعَدُّ به إحصائياً وهو مجهول السبب الجيني أو البيئي.

ترجمة translation: عملية كيميائية حيوية تحدث في الريباسات ribosomes ونحصل بوساطتها على بروتين بعد تحويل رومز الدنا إلى حموض أمينية.

ترفيل duplication: زبغ صبغي يُنجم عن تعابر crossing over غير متكافئ بين صبغيين متشابهين (ه أمومي وه أبوي مثلاً) وفيه يحدث بينهما تبادل غير متكافئ في القطع الصبغية بحيث يحصل الصبغي المصاب بالترفيل على نسخة الصبغي المقابل فيصبح لديه نسختان ويفقد الصبغي المقابل نسخته الوحيدة (و يسمى عندئذٍ صبغي مخبون deleted).
- **ترفيل مقلوب inverted duplication**: شذوذ صبغي ناجم عن وجود نسختين من قطعة صبغية يكون ترتيب النسختين فيه رأساً لرأس (ظل المرأة).

- **ترفيل ميكروي microduplication**: شذوذ في الحمض النووي ناجم عن وجود نسختين أو أكثر من متواليه دنا قصيرة جداً (٢-٤ نوكلوتيدات مثل السوائل الميكروية).

ترميز encoding: وجود رومز في جين تحدد تنالي

أولاً- شرح المصطلحات المستعملة في الأمراض الوراثية
تستعمل في الطب الوراثي مصطلحات خاصة لا تستعمل في غيره من فروع الطب تجب معرفتها قبل قراءة أبحاثه ونبدأ لذلك بشرح هذه المصطلحات، وقد يأتي شرح بعضها مفصلاً في أثناء البحوث.

أترابية cohort: مجموعة أفراد متجانسة، تُتابع فترة من الزمن من أجل إجراء دراسة عليها.

اختطار النكس recurrence risk: احتمال عودة ظهور المرض الجيني (الناجم عن اضطراب المادة الوراثية أو ما يسمى المجين) في فرد من عائلة فيها فرد مصاب والدأ كان هذا الفرد المصاب أم شقيقاً. ويعبر عنه بنسبة مئوية تراوح بين ١٠ و ١٠٠٪.

إزهاء translocation: شذوذ صبغي تنتقل فيه قطعة من صبغي إلى صبغي آخر.

إسكات (توقف تعبير الجين) gene silencing: عدم قدرة الجين على انتاج البروتين.

إكزون exon: هو جزء من الأجزاء المُرْمَزة (أي التي تحوي الروامز codons) التي يتكون منها الجين المرز. يشكل مجموع الإكزونات الرنا المرسال الذي يذهب إلى الترجمة إلى بروتين. **اليل allele**: إحدى نسختي الجين الواردة من الأب أو من الأم.

- **تماثل الألائل homozygosity**: تطابق أيلي جين ما (طافران أو سليمان).

- **تخالف الألائل heterozygosity**: اختلاف أيلي جين ما (أليل طافر وأليل طبيعي).

إنترون intron: متواليه غير مرمزة تفصل بين الإكزونات في الجين المرز.

انتساخ transcription: عملية كيميائية حيوية يتم من خلالها الحصول على الرنا المرسال بوساطة أخذ نسخة متممة لأحد طاقبي جين مرز.

انتفاذ (نفوذية) penetrance: الانتفاذ هو العلاقة بين وجود الطفرة عند فرد ما وبين ظهور الأعراض الناجمة عنها.

انتفاذ ناقص: عدم ظهور أعراض مرض جيني في أفراد يحملون الطفرة المسببة له.

انتواع speciation: عملية تطورية تتكون بوساطتها أنواع

الاحماض الأمينية المشكلة للبروتين.

تضاعف duplication: الحصول على جزيء جديد من الدنا بعملية التتام بين القواعد C مع G و T مع A. تحدث عملية التضاعف هذه قبل الانقسام الخلوي.

تطفّر mutagenesis: إنتاج طفرة جينية سواء بعد تدخل عامل داخلي أو بعد تدخل عامل خارجي كإضافة مادة كيميائية أو أشعة.

تعاور crossing over: عملية تحدث في الانتصاف meiosis (التي يحدث فيها تشكل الأعراس) وهي تبادل قطع صبغية بين الصبغيات الأمومية والصبغيات الأبوية ينجم عنها ظهور تواليف combinations جينية جديدة تؤدي إلى ظهور صفات جديدة غير موجودة عند الوالدين.

تعبير الجين gene expression: المنتج البروتيني الناجم عن ترجمة الروامز إلى حموض أمينية.

تغاير جيني genetic heterogeneity: إنتاج أنماط ظاهرية متطابقة ناجمة عن طفرات في جينين مختلفين أو أكثر. مثال ذلك مرض فنكوني الذي ينجم عن طفرة في واحد من ستة عشر جيناً مختلفاً.

تغاير نسيجي heteroplasmy: وجود أكثر من نمط واحد من الدنا المتقدري (سليم وطافر) في متقدرات فرد واحد. ويعاكسه التجانس النسيجي. ويستخدم هذا التعبير في الأمراض المتقدرية.

تلاؤم adaptation: تغير إيجابي في خلية أو عضو أو نسيج أو كائن حي يحدث استجابة لظروف جديدة.

تنبيغ transduction: نقل تنبيه من خارج الخلية إلى النواة. ويحدث في أثناء الانتقال تغير في طبيعة المنبه.

تنسيل cloning: ١- الحصول على مستعمرة خلوية بتكثير خلية واحدة بالانقسام الخيطي. ٢- في علم الوراثة الجزيئي: إحدى طرائق الدنا المأشوب تُستخدم لإنتاج ملايين النسخ من الجين المطلوب الذي بعد تعبيره نحصل على البروتين أو الدنا المطلوب. مثال ذلك لقاح التهاب الكبد وهرمون الأنسولين.

تهجين تآلقي في الموضع fluorescent in situ hybridization (FISH): طريقة مخبرية تشخيصية يتم بواسطتها وسم صبغي أو جزء منه بمادة كيميائية تتألق عندما نسلط عليها أشعة فوق بنفسجية معطية لوناً مميزاً تدل على المنطقة المستهدفة.

جين (مورثة) gene: الجين المرز هو سلسلة من الدنا تحوي ضمنها روامز codons (جمع رامزة) ترمز (تُشفّر)

codes تتالياً نوعياً للحموض الأمينية المكوّنة لسلسلة عديد الببتيد (أي المُنتَج الوظيفي للجين)، تتألف الرامزة الواحدة من تتالي ثلاثة نوكلئوتيدات و ترمز حمضاً أمينياً واحداً. تتجمع الروامز بعضها إلى جانب بعض مشكلة ما يسمى الإكزونات (جمع إكزون) exons يفصل بينها متواليات غير مُشفرة non-coding تسمى الإنترونات (جمع إنترون) introns. كما يتكون الجين من متواليات تنظيمية regulatory ضرورية لتشغيل الجين (لتعبير الجين عن نفسه expression). ولكل جين نسختان في الخلية الجسدية الواحدة (الخلية الجسدية هي كل خلايا الجسد عدا الخلايا الجنسية)، نسخة محمولة على الصبغي الأمومي (الموروث من الأم) يسمى الأليل الأمومي والأخرى محمولة على الصبغي الأبوي (الموروث من الأب) يسمى الأليل الأبوي، تسمى النسخة الواحدة أليلاً. يُقرأ الجين في الاتجاه 5' ← 3' (تشير الأرقام إلى أرقام ذرة الكربون في السكر خماسي الكربون المكوّن لنواة النوكليوتيد الذي يشكل تسلسله الحمض النووي).

حامل carrier: فرد متخالف الألائل أي يحمل جيناً فيه أليل بري (أي غير طافر) وأليل طافر متنح. لا يظهر الحامل أعراض الطفرة عادة.

حمض نووي Nucleic acid (NA): حامل المعلومات الجينية الوراثية وله بنية تتلاءم مع هذه الوظيفة، ويتكون من نمطين رئيسين: الحمض النووي الريبسي منقوص الأكسجين (الدنا) DNA والحمض النووي الريبسي (الرنا) RNA. يتكون كل منهما من عمود مكوّن من تسلسل نوكلئوتيدات. ويتكون النوكليوتيد الواحد من جزيء سكر خماسي (مكون من خمس ذرات كربون ترقيم من ١-٥) بحيث ترتبط ذرة الكربون رقم 1' منه مع قاعدة أو أساس أزوتي وترتبط ذرة الكربون رقم 5' منه مع جزيء فوسفات و ذرة الكربون 3' بسكر خماسي مجاور فتتشكل بذلك سلسلة النوكليوتيدات التي تسمى الطاق strand. وتملك الأسس الأزوتية نمطين: بورينات purines (التي تضم الأدينين adenine والغوانين guanine) وبيريميديينات pyrimidines (التي تضم التيمين thymine والسيتوزين cytosine واليوراسيل uracil). ويوجد الحمض النووي في الخلية على نمطين: الدنا والرنا.

- حمض نووي ريبسي منقوص الأكسجين (الدنا) (DNA) Deoxyribonucleic acid: يتكون جزيء الدنا من طاقين strands متقابلين يلتحم أحدهما بالآخر بواسطة القواعد الأزوتية بحيث يرتبط دائماً التيمين T من طاق مع الأدينين

A من الطاق المقابل، ويرتبط السيتوزين C من طاق مع الغوانين G من الطاق المقابل. ويتعاكس طاقا الدنا في الاتجاه بحيث يتجه أحدهما من 5' ← 3' والآخر من 3' ← 5' ويلتقان معاً بشكل حلزوني helical (أي لا يلتقان لفة كاملة). ويكون السكر الخماسي في الدنا في ذرته الكربونية الثانية منقوص الأكسجين كما أنه لا يوجد فيه أساس اليوراسيل.

- حمض نووي ريبوي أو الرنا Ribonucleic acid (RNA): يتكون الرنا من طاق واحد من النوكليوتيدات التي يشكل السكر الخماسي نواتها، كما أنه يحوي أساس اليوراسيل بدل التيمين. وللحمض النووي الريبوي أنماط متعددة مثل الرنا المرسال و الرنا النقال، وغيرهما، ويتناسب كل نمط مع الوظيفة المُعد لها.

خَبْنُ (حذف) deletion، شذوذ يشير إذا حصل في صبغي إلى فقد جزء منه، وإذا حدث في جين فهو يشير إلى فقد عدد من نوكليوتيداته.

ختم مجيني genomic imprinting: حالة طبيعية (غير مرضية) تحدث في بعض الجينات حيث ينحصر فيها نشاط الجين بأحد أليليه تبعاً لمصدر الصبغي (آت من النطفة أو من البضة). ففي بعض الجينات يتعطل (ينختم) الأليل الأمومي وينشط الأليل الأبوي ويحدث النقيض في جينات أخرى.

خَلَّة trait، هي الصفة أو هي منتج الجين أو تعبيره. خلية ضعفانية diploid cell: خلية يكون عدد الصبغيات فيها ضعف العدد الموجود في الخلية الجنسية. وكل خلايا الجسد عند الإنسان تحوي 46 صبغياً أي أنها ضعفانية.

خلية فردانية haploid، هي خلية يكون عدد صبغياتها عند الإنسان 23 وهي الخلايا الجنسية (أي النطفة والبضة).

دنا DNA، ينظر حمض نووي ريبوي منقوص الأكسجين. رابطة: ينظر ترابط.

رامزة codon، ثلاث قواعد (نوكليوتيدات) متتالية تُرمز (تشفر) معاً حمضاً أمينياً معيناً في البروتين. الروامز موجودة في الإكزونات (الجزء المرمز من الجين).

ركيزة (ج: ركائز) substrate، مادة يعمل عليها ويغيرها إنزيم.

رنا RNA، ينظر حمض نووي ريبوي.

- رنا ريباسي rRNA، حمض نووي ريبوي يدخل مع بروتينات نوعية في تركيب الريباسات ribosomes.

- رنا مرسال mRNA، حمض نووي ريبوي يتشكل بعملية

انتساخ أحد طاقَي جين مرمز لبروتين يخرج من النواة لتتم ترجمته إلى بروتين.

- رنا نَقَال tRNA: حمض نووي ريبوي يحمل في إحدى نهايتيه مقابلة الرامزة anticodon وفي النهاية الأخرى الحمضامين. يشارك في عملية الترجمة.

زرع الخلايا الجذعية المكونة للدم Hematopoietic stem cells transplantation (HSCT): طريقة علاجية لبعض الأمراض الجينية يتم فيها زرع الخلايا الجذعية المكونة للدم في نقي عظم المريض.

زوج قاعدي base pair (bp)، وحدة قياس حجم جزيء الحمض النووي. و الزوج القاعدي مُكوّن من زوج النوكليوتيدات المتتامة أي التي يرتبط بعضها ببعض دائماً في جزيء الدنا المُكوّن من طاقين مرتبطين بحيث ترتبط دائماً القاعدة C من طاق مع القاعدة G من الطاق المقابل وترتبط القاعدة T من طاق مع القاعدة A من الطاق المقابل. سبيل pathway، طريقة كيميائية حيوية مكونة من عدد من الخطوات يتدخل في كل خطوة إنزيم وذلك للحصول على المنتج المطلوب.

سلسلة الدنا: طريقة مخبرية يتم بوساطتها معرفة تسلسل نوكليوتيدات قطعة من الدنا.

سواتل صغيرة minisatellites، تسمى أيضاً العدد المتغير من المكررات المترادفة variable number of tandem repeats (VNTR): قطع صغيرة (5-10 نوكليوتيدات) من الدنا غير المرمز مكرر ومصنوف بعضها جانب بعض. يختلف عدد القطع المكررة من فرد إلى آخر ويستخدم في تحديد الشخص أو ما يسمى البصمة الجينية DNA fingerprinting.

سواتل ميكروية microsatellites، تسلسل نوكليوتيدات قصير جداً (2-4) ويتكرر التسلسل عدداً مختلفاً من المرات يميز الشخص. ويستخدم في البصمة الجينية وفي تحديد موقع جين على الصبغي وفي تتبع طفرة في عائلة.

صبغي chromosome، بنية خيطية الشكل مكونة من الكروماتين (وهو دنا ملتف حول بروتينات هستونية histones). لكل كائن حي عدد محدد من الصبغيات في النواة الواحدة، فمثلاً يكون عدد الصبغيات في الخلية الجسدية عند الإنسان 46 وفي الخلية الجنسية 23. يحمل كل صبغي نسخة واحدة من الدنا. وللصبغيات نمطان جسدي autosomal وجنسي sexual.

- صبغي جنسي sex chromosome، هو الصبغي X أو الصبغي Y عند الإنسان.

أدى إلى تغير الرامزة وإلى تغير الحمض آمين مسبباً المرض الجيني.

– **طفرة مؤسّسة founder mutation**: طفرة نشرها فرد (أو مجموعة قليلة من الأفراد) في مجتمع صغير مغلق بقي تواترها مرتفعاً مع تعاقب الأجيال.

– **طفرة هُرائية nonsense mutation**: استبدال نوكلويد بآخر في جين مرمز أدى إلى تشكل رامزة توقف وتُنهى ترجمة بروتين قبل اكتماله.

فُرادي sporadic: صفة المرض الجيني الذي ينجم عن طفرة ليست مورثة من الوالد وإنما حدثت في خلية جنسية للوالد أو في خلية جسدية للفرد المصاب.

قسيم طرفي telomere: الجزء الانتهائي من الصبغي. لكل صبغي قسيمان طرفيان.

قُسْمُ مركزي centromere: تَضَيِّقُ في الصبغي يقسمه إلى ذراعين علوية و سفلية.

(كيلو قاعدة kilobase (Kb)، كيلو زوج قاعدي kilobase pair): وحدة لقياس متوالية من الحمض النووي. يتشكل كل ١ كيلو قاعدة من ١٠٠٠ قاعدة (تكون القواعد على شكل أزواج) في الحمض النووي.

متفاوتات (ف: متفاوت) variants: تُنظر الطفرة. **متلازمة syndrome**: مجموعة مميزة من التشوهات التي تصيب فرداً في أكثر من جهاز و سببها الجيني واحد.

متوالية sequence (ج: متواليات): ١- في علم الجينات، هي تتالي عدة نوكلويدات. قد تكون المتوالية مرمزة أو غير مرمزة لبروتين. ٢- في الأمراض الجينية، هي طراز مميز لتجمع تشوهات يمكن التعرف عليه من قبل الأطباء وينجم عن سبب أولي سبب تشوهات ثانوية.

– **متوالية مفروقة trans sequence**: المتوالياتان المفروقتان هما المتوضعتان الواحدة مقابل الأخرى على الصبغيين المتماثلين أو المتشابهين مثال، أليلي الجين الواحد.

– **متوالية مقرونة cis sequence**: المتوالياتان المقرونتان هما اللتان تقعان على صبغي واحد و تكونان متباعدين أو متجاورتين.

مجدوع truncated: صفة لبروتين غير كامل (فاقد لقطعة منه) ناجم عن طفرة توقف الترجمة (طفرة هُرائية nonsense) قبل اكتمالها.

مجين genome: هو كل الدنا الذي يحوي ضمن بنيانه المعلومات الجينية الضرورية لتخصيص specify كل مظاهر تخلق المضغة والتطور والنمو والاستقلاب والتناسل أي كل

– **صبغي جسدي autosome**: هو أي صبغي غير الصبغي الجنسي.

صبغة صبغية ploidy: يسمى الطاقم المتكامل من الصبغيات صبغة و تكون مفردة في الخلية الجنسية ومضاعفة في الخلية الجسدية. مثال، تثليث الصبغة الصبغية شذوذ صبغي ناجم عن وجود ثلاث نسخ من الصبغة الصبغية (أي $3 \times 23 = 69$ صبغياً) في نواة الخلية الجسدية.

– **اختلال الصبغة الصبغية aneuploidy**: شذوذ صبغي عددي يكون فيه عدد الصبغيات الزائدة أو الناقصة أقل من طاقم كامل (طاقم الصبغيات الكامل عند الإنسان هو ٢٣). ومن الأمثلة متلازمة تثليث الصبغي ٢١ أو متلازمة داون التي يكون عدد الصبغيات فيها ٤٧ ومتلازمة تيرنر التي يكون فيها عدد الصبغيات ٤٥.

طاق strand: شريط من النوكلويدات مرتبط بعضها ببعض.

– **أحادي الطاق single strand**: قطعة من الحمض النووي المكون من سلسلة واحدة غير مرتبطة بسلسلة مقابلة، مثال الحمض النووي الريبي أو الرنا.

– **ثنائي الطاق double strands**: هو الحمض النووي منقوص الأكسجين أو الدنا المكوّن من سلسلتين متقابلتين من النوكلويدات.

طفرة mutation: أي تغير في متوالية الدنا. كما يسمى الأليل الطافر الأليل المتفاوت variant وهو الذي يختلف عن الأليل الطبيعي بعدد قليل من النوكلويدات. ويطلق على الأليل الطبيعي أي غير الطافر الأليل البري wild allele.

– **طفرة استبدال substitution mutation**: تغير في تسلسل جين يتم فيه استبدال موقع نوكلويد بآخر.

– **طفرة تضفير splicing mutation**: استبدال نوكلويد بآخر أدى إلى خلل في التخلص من الإنترونات من الرنا المرسال بحيث يتم خطأ التخلص من إكزون مع الإنترونات. – **طفرة جديدة new mutation**: طفرة عند فرد لم يرثها من أحد الوالدين حدثت في أثناء تشكل النطفة أو البيضة عند الوالد.

– **طفرة سائدة mutation dominant**: هي الطفرة التي تُظهر الأعراض المرضية حين تكون على أليل واحد من أليلي الجين.

– **طفرة متنحية mutation recessive**: هي الطفرة التي يجب أن تكون في أليلي الجين لكي تُظهر أعراضها المرضية. – **طفرة مُغلطة miss mutation**: استبدال نوكلويد بآخر

المظاهر التي تجعل الكائن الحي يقوم بالوظيفة التي خُلِقَ من أجلها. يتكون المجين البشري من المجين النووي (المُوَزَّع على ٢٣ صبغي) ومن المجين المتقدري (الموجود في الميتوكوندريا mitochondria). تحوي نواة الخلايا الجسدية نسختين من المجين نسخة تأتي من النطفة ونسخة تأتي من البويضة، في حين تحوي الميتوكوندريا الواحدة عدة نسخ وتأتي من البويضة فقط.

مُحَضَّن (مِعْزَان) promoter: متوالية نوعية من الدنا (TATA) تتوضع في النهاية ٥' من الجين المرمز ترتبط به بروتينات انتساخ transcription الجين.

مُراقِبَة rearrangement: شذوذ صبغي ناجم عن تغير ترتيب قطعة صبغية.

مُسْتَلَف proband أو Propositus: هو الفرد المصاب في العائلة الذي تم بتشخيص حالته كشف العائلة المصابة ومتابعتها طبياً. ويسمى أيضاً الحالة الدالة case index.

مُسْغَل (ج: مشاغل) operon: وحدة وظيفية جينية تضبط إنتاج الرنا المرسال وتتكون من جين مُسْغَل وجينين بنيويين أو أكثر، وتتوضع هذه الجينات بعضها جانب بعض على الصبغي.

مصفوفة array: متواليات من الدنا متوضعة بعضها جانب بعض.

مصفوفة التهجين المجيني المقارن Array comparative genomic hybridization (ACGH): طريقة مخبرية تشخيصية تستخدم لكشف شذوذات دقيقة من نمط الترفيل أو الخبن في مجين المريض. ويعتمد مبدؤها على صف قطع دنا في مربعات دقيقة مرسومة على شريحة مربعة قطرها ٢-١ سم تشمل الدنا المستهدف.

مُطَرَف terminus: نهاية سلسلة من النوكليوتيدات أو الأحماض الأمينية.

مُكَرَّرَة repeat: ثلاثية نوكليوتيدات متتالية (CGC, CGG) موجودة في بعض الجينات المُرْمَزَة أو إلى جانبها تتكرر هذه الثلاثية عند الفرد الطبيعي عدداً محدداً من المرات فإذا زاد هذا العدد عن الحد الطبيعي عطل الجين (توقف عمله) وسبب المرض الجيني (مثل حثل التآثر العضلي ومتلازمة الصبغي X الهش).

مندلي Mendelian: يشير مصطلح المرض المندلي إلى المرض الناجم عن طفرة حدثت في جين واحد وقد تكون هذه الطفرة سائدة أو متنحية، محمولة على الصبغي الجسدي أو الجنسي. ويصنف المرض المندلي عامة إلى مرض

صبغي جسدي سائد أو متنح وإلى مرض مرتبط بالإكس سائد أو متنح وإلى مرض مرتبط بالصبغي الجنسي Y وإلى مرض متقدري.

موضع locus: هو الحيز الذي يشغله الجين على الصبغي. لأليلي الجين الواحد الموضع نفسه.

ميغا قاعدة (Mb) megabase: وحدة قياس متوالية حمض نووي. كل ١ Mb = ١٠٠٠٠٠٠٠ قاعدة.

نسخ replication: ينظر التضاعف.

نمط جيني Genotype: هو مجموعة الألائل الموجودة في موضع واحد أو في عدة مواضع سواء كانت طافرة أو طبيعية.

نمط ظاهري phenotype: في المرض الجيني هو التظاهرات المرضية الناجمة عن طفرة في جين أو عدة جينات أو عن شذوذ صبغي.

نمط فرداني haplotype: مجموعة من الألائل المتجاورة ينتقل بعضها مع بعض من جيل إلى جيل.

نمط نووي karyotype: تصوير دقيق للمصبغيات المكوّنة لخلايا فرد تظهر فيها المصبغيات مصفوفة على شكل أزواج مرتبة من الأكبر إلى الأصغر تُدرس بوساطتها الشذوذات الصبغية العددية والبنوية.

نوكليوتيد nucleotide: الوحدة الأساسية للحمض النووي ويتكون من السكر الخماسي ذرات الكربون ترتبط في ذرته الخامسة الفوسفات وفي ذرته الأولى القاعدة الأزوتية. ويتكون جزيء الحمض النووي من تتالي خطي لآلاف النوكليوتيدات. كما يطلق على النوكليوتيد القاعدة base.

ثانياً- تعريف المرض الوراثي

المرض الوراثي genetic diseases هو كل مرض ناجم عن طفرة في جين (مورثة)، أو في عدة جينات، أو عن شذوذ صبغي، سواء كان تأثيرها وحدها أم بالاشتراك مع عوامل أخرى كالعوامل البيئية وغيرها. كما يطلق تعبير المرض الوراثي على المرض الجيني (المورثي) سواء كان موروثاً من الآباء أم غير موروث منهم (لأن سببه خلل جيني)، وبناءً على هذا التعريف يفضل ترجمة genetic disease بالأمراض الجينية (المورثية)، وعلى هذا الأساس تصنف الأمراض الوراثية.

تصنيف الأمراض الوراثية:

تضم الأصناف الرئيسية للأمراض الجينية الأمراض الأحادية الجين والأمراض الجينية genomc والأمراض الصبغية والأمراض المتعددة العوامل.

الأمراض الوراثية الناجمة عن الشذوذات الصبغية

غالبية أبو الشامات

أكثر من نصف الحمل المصابة تلقائياً في المراحل المبكرة من الحمل. كما يلاحظ ارتفاع نسبة حدوث هذه المتلازمة مع تقدم الأمهات في العمر.

ترتبط متلازمة داون بسمات الوجه المميزة، ونقص مقوية العضلات hypotonia في سن الطفولة. كما يعاني أغلب المصابين مجموعة متنوعة من العيوب الخلقية، كالعيوب القلبية وتشوهات الجهاز الهضمي. وقد يزيد لديهم خطر الإصابة بالعديد من الحالات المرضية التي تشمل الجزر المعدي المريئي gastroesophageal reflux، وهو ارتداد محتويات المعدة الحامضة إلى المريء، والداء البطني disease celiac، إذ يُظهر المريض حساسية مفرطة تجاه بروتين الغلوتين. كما يعاني قرابة ١٥٪ من المصابين قصور الغدة الدرقية hypothyroidism. ويكون بينهم خطر حدوث مشاكل في السمع وفي الرؤية. وقد يصاب بعضهم بابيضاض الدم Leukemia (الشكل ٢).

يبيدي معظم الأفراد الحاملين لمتلازمة داون تأخراً معرفياً أو تعويقاً ذهنياً يكون خفيفاً إلى معتدل. وغالباً ما يعانون تأخر النمو والكلام مع مشاكل سلوكية متعددة في الانتباه والتركيز، والهوس / السلوك القهري، والعناد أو نوبات الغضب. وقد يتم تشخيص ما يسمى اضطرابات طيف الذاتوية (التوحد) autism spectrum disorders في نسبة صغيرة من الأفراد، تؤثر في التواصل والتفاعل الاجتماعي.

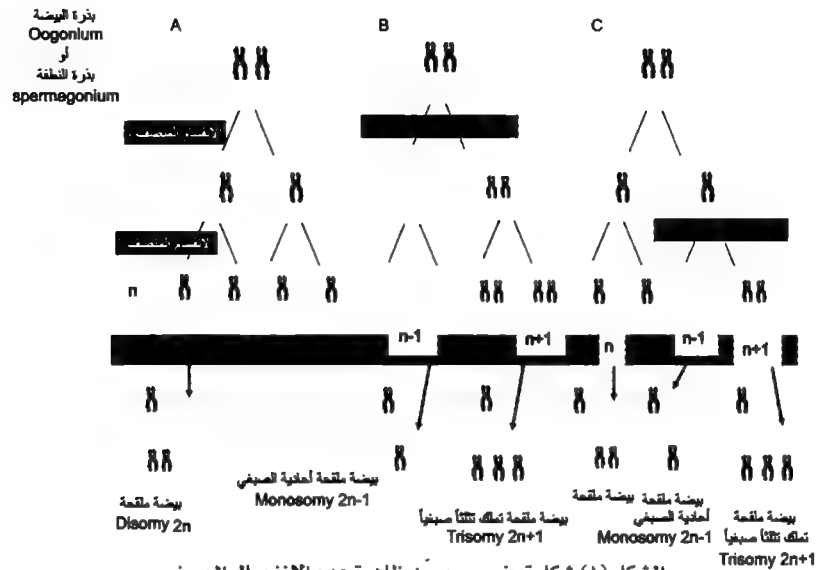
١- متلازمة داون Down syndrome أو تثلاث الصبغي ٢١

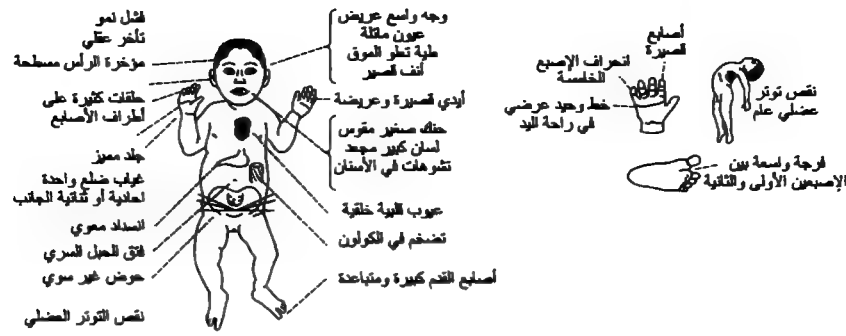
:trisomy 21

هي اضطراب صبغي يحدث بسبب وجود صبغي زائد (هو الصبغي رقم ٢١) لدى الفرد. يحدث في الإناث والذكور على حد سواء، ويُشار إلى الصيغة الصبغية للإناث (XX,21)، وللذكور (XY,21). تعود أسباب لاسوائية الصيغة الصبغية Aneuploidy على نحو عام إلى ظاهرة عدم الانفصال الصبغي Nondisjunction التي تحدث بسبب إخفاق أحد الزوجين الصبغيين ٢١ في الانفصال في أثناء الانقسام الخلوي المنصف الأول أو الثاني، فيهاجران معاً إلى قطب الخلية ويبقيان معاً ضمن إحدى الخليتين البنيتين. والنتيجة احتواء الخلايا البنات عدداً غير سوي من الصبغيات (الشكل ١).

أول من وصف هذه المتلازمة الطبيب الإنكليزي داون John Langdon Down عام ١٨٦٦؛ لذلك سميت باسمه، إذ وصف النمط الظاهري لمجموعة من الأطفال الذين لديهم سمات مشتركة ويعانون التخلف العقلي، وأطلق عليهم اسم المنغوليين Mongoloids لأن هؤلاء الأطفال يشبهون أفراد الشعب المنغولي. وقد أبطلت هذه التسمية، ويشار الآن إلى متلازمة داون بتثلاث الصبغي ٢١ (21 trisomy).

تُعد متلازمة داون من أكثر الشذوذات الصبغية والتثلثات الصبغية الجسدية القابلة للحياة شيوعاً، إذ تصادف في ١/٤٠٠ - ١٥٠٠ ولادة حية في المجتمعات المختلفة. وتجهض





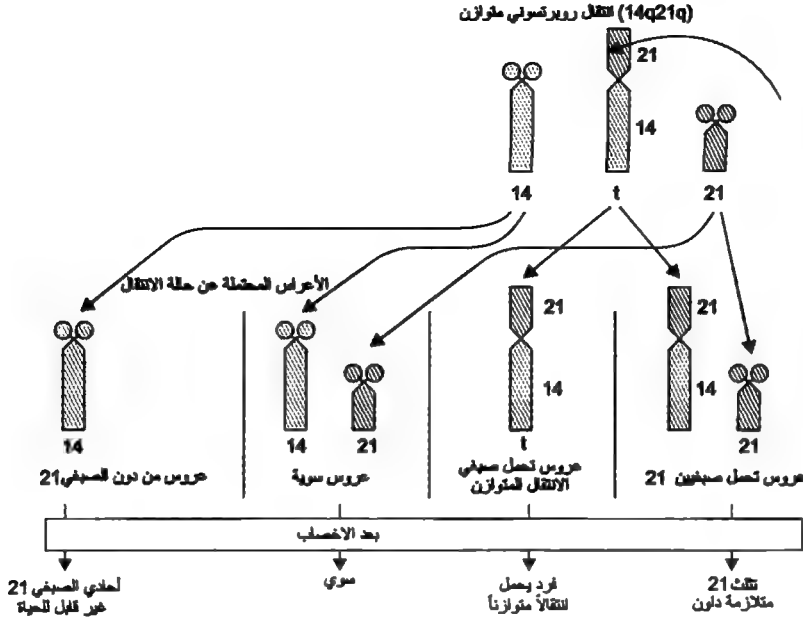
الشكل (٢): رسم توضيحي لبعض السمات المميزة لمتلازمة داون - يرافق متلازمة داون نمط ظاهري مميز وسمات وجيهة واضحة إضافة إلى وجود بعض التشوهات الخلقية الداخلية

من الاضطراب يدعى أحياناً متلازمة داون العائلية familial Down syndrome. وقد يزيد احتمال حدوث متلازمة داون في الحمل المستقبلي في الأسر التي يحمل أحد والديها إزفاء صبغياً متوازناً. ويعتمد احتمال توريث هذا الإزفاء على جنس الوالد الحامل له؛ فإذا كان الأب هو الذي يحمله يكون الخطر قرابة ٣٪، في حين يزداد الخطر ليصل إلى ١٢٪ إذا كانت الأم هي التي تحمل هذا الإزفاء.

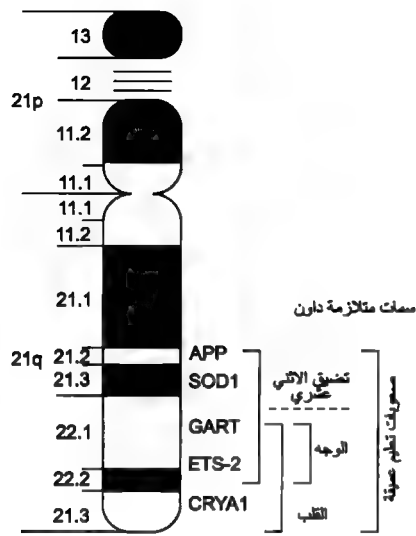
يُلاحظ في حالات تصل إلى أقل من ٢٪ لدى المصابين بمتلازمة داون نسخة إضافية من الصبغي ٢١ في بعض خلايا الجسم، في حين تحوي باقي خلاياهم نسختين فقط من الصبغي ٢١، وتدعى هذه الحالة الفسيفسائية أو التزيق mosaic، وتنتج عن خلل الافتراق الصبغي في أثناء انقسام الببضة الملقحة الانقسام المتساوي. وتعتمد حدة النمط

كما يزيد في المصابين بمتلازمة داون خطر الإصابة بمرض الزهايمر Alzheimer disease.

تتجم معظم حالات متلازمة داون عن وجود ثلث للصبغي ٢١؛ مما يعني أن في كل خلية من خلايا جسم المصاب ثلاث نسخ كاملة من الصبغي ٢١ بدلاً من نسختين. وفي حالات أقل شيوعاً تحدث متلازمة داون من إزفاء روبرتسوني Robertsonian translocation (الشكل ٣). وهو يحدث في أثناء تشكل الأعراس لدى أحد الوالدين أو في وقت مبكر جداً من النمو الجنيني، ويكون لدى هؤلاء الأفراد نسختان حرّتان من الصبغي ٢١ إضافة إلى نسخة ثالثة من الذراع الطويلة من الصبغي ٢١ مرتبطة بأحد الصبغيات التالية: ١٣ أو ١٤ أو ١٥ أو ٢١ أو ٢٢. ولأن هذا الانتقال الصبغي - وهو الذي يسمى الإزفاء translocation - قد يكون موروثاً فإن هذا النمط

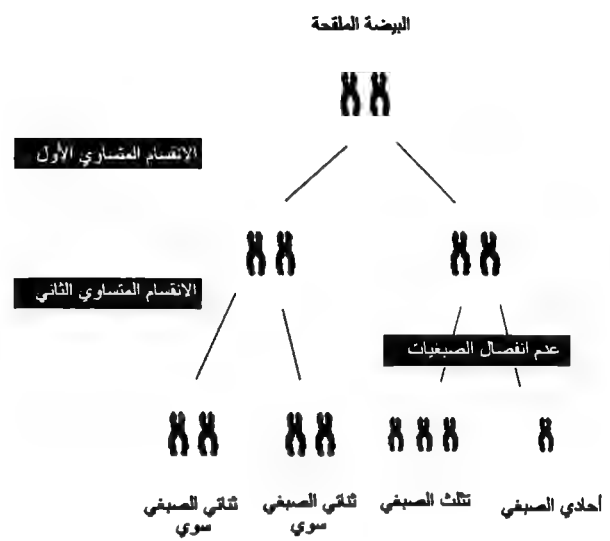


الشكل (٣): رسم تخطيطي يبين الأنماط الظاهرية الناتجة عن حالة انتقال صبغي متوازن بين الصبغيين ٢١ و١٤



الشكل (٥): مخطط توضيحي للصبغي ٢١ يوضح توضع بعض الجينات المرشحة لخلل الجرعة الجينية المسؤولة عن ظهور بعض سمات متلازمة داون. الجينات تكون أكثر حساسية لخلل الجرعة الجينية من غيرها من الجينات، وتتضمن جينات مسؤولة عن التشكل morphogens ومنظمات الانتساخ transcription regulators، كما يعتقد أن ثمة منطقة حرجية ضمن الذراع الطويلة من الصبغي ٢١ مسؤولة عن مجموعة من الأنماط الظاهرية الخاصة بمتلازمة داون، وتتضمن تشوهات قحفية وجهية craniofacial abnormalities، وغيوباً قلبية خلقية، وانحراف الإصبع الخامسة clinodactyly of the fifth finger فضلاً عن سمات أخرى عديدة.

ويعد تحري متلازمة داون جزءاً مهماً من الرعاية الصحية المتوالية (الروتينية) في الحوامل، وتتضمن أكثر الفحوص شيوعاً عمر الأم المتقدم، وعدداً من الواسمات المصلية، والفحص بالأمواج فوق الصوتية في الثلث الثاني من الحمل (الجدول ١).



الشكل (٤): رسم تخطيطي يوضح كيفية ظهور حالة التزيق اعتباراً من الببيضة الملقحة كنتيجة لظاهرة عدم الانفصال الصبغي. تحدث هذه الظاهرة من عدم انفصال صبغيات الببيضة الملقحة خلال المراحل الأولى من التشكل الجنيني، الأمر الذي يؤدي إلى تشكل خطوط خلوية يكون أحدها سوياً أما الباقية فتتمثل بالحالات غير السوية من الاضطراب الصبغي. وللتبسيط رسم الزوج الصبغي ٢١ فقط المعني بحادثة عدم الانفصال الصبغي الظاهري على نسبة الخلايا الشاذة إلى الخلايا السوية (الشكل ٤).

ومن الناحية الجزئية ترجع أكثر الفرضيات قبولاً في إمراضية متلازمة داون إلى زيادة الجرعة الجينية مما يؤدي إلى وجود نسخة إضافية من الصبغي ٢١. ومع صعوبة تحديد جينات محددة مسؤولة عن النمط الظاهري لمتلازمة داون توحي الدراسات أن بعض الجينات الواقعة على الصبغي ٢١ قد يكون لها شأن في الأنماط الظاهرية لهذه المتلازمة، وأن بعضها أكثر حساسية لخلل الجرعة الجينية من غيرها (الشكل ٥).

تتركز على الذراع الطويلة من الصبغي ٢١ مجموعة من

الاختبار	واسمات اختلال الصيغة الصبغية	ثلث الحمل	معدل الكشف، %	معدل الإيجابية الكاذبة، %
التفافية القلبية بمفردها		الثالث الأول	٧٠-٦٤	٥
مشترك	NT + PAPP - A + β -hCG	الثالث الأول	٦٥	٥
مسح ثلثي	β -hCG + AFP + estriol	الثالث الثاني	٧٠	١٤
مسح رباعي	β -hCG + AFP + estriol + inhibinA	الثالث الثاني	٨١	٧
اختبارات مصلية متكاملة	β -hCG + AFP + estriol + inhibinA + PAPP-A	الثلاثين الأول والثاني	٨٨-٨٥	٥
اختبارات متكاملة	NT + β -hCG + AFP + estriol + inhibinA + PAPP-A	الثلاثين الأول والثاني	٩٦-٩٤	١
اختبارات متسلسلة	NT + β -hCG + AFP + estriol + inhibinA + PAPP-A	الثلاثين الأول والثاني	٩٥	٢

DR: detection rate ; FPR ; false-positive rate ; NT: nuchal translucency; PAPP-A: pregnancy-associated plasma protein-A; β -hCG: chorionic gonadotropin; AFP: alpha-fetoprotein

الجدول ١: يوضح الجدول مجموعة من الاختبارات التي تعد واسمات لاختلال الصيغة الصبغية مع معدل الإيجابية الكاذبة



الشكل (٦): صور توضيحية لطفل يحمل متلازمة إدوارد (تثلث الصبغي ١٨): يبدو صغر الفم والفك وصغر المقلة وتشوه الأذنين وقص قصير كما تلاحظ اليدين مشدودتان والأصابع مضمومة على نحو غير طبيعي (السبابة فوق الإصبع الوسطى والإصبع الخامسة فوق الإصبع الرابعة) قدم مقوسة مع بروز في عظم العقب

وغيرها من التشوهات الخلقية (الشكل ٦).

وبسبب العديد من المشاكل الطبية التي تهدد الحياة، يموت كثير من المصابين بالتثلث الصبغي ١٨ خلال الشهر الأول من العمر، ويعيش ما بين ٥ إلى ١٠ في المئة فقط من الأطفال المصابين بهذه المتلازمة حتى نهاية عامهم الأول، وغالباً ما يكون لدى هؤلاء الأطفال تعويق عقلي شديد.

يقدر معدل حدوث متلازمة إدوارد بـ ١ لكل ٥٠٠٠ ولادة حية، تكون هذه النسبة غالباً أعلى في أثناء الحمل. وجدير بالذكر أن نسب حدوث التثلثات الصبغية الجسمية (١٣، ١٨، ٢١)، على نحو عام ترتفع لتصل إلى معدل ١٠ أضعاف في الأمهات فوق سن الأربعين من العمر.

ويعود سبب وجود الصبغي ١٨ الزائد إلى حدوث خطأ في أثناء الانقسام الخلوي (ظاهرة عدم الانفصال الصبغي) إما في أثناء تشكل الأعراس، وإما في المراحل المبكرة من انقسام البيضة الملقحة. تلاحظ ثلاثة أنماط مختلفة لمتلازمة إدوارد وهي:

١- الشكل الكامل: يؤلف ٩٤٪ من الحالات وتكون جميع خلايا الجسم حاوية ثلاث نسخ كاملة من الصبغي ١٨ عوضاً عن نسختين اثنتين. ويموت معظم الأطفال حاملي هذا النمط غالباً قبل سن الطفولة.

٢- الشكل الفسيفسائي: يلاحظ في نحو ٥٪ من الأطفال حاملي هذه المتلازمة بعض الخلايا التي تملك ثلاث نسخ من الصبغي ١٨، في حين تملك باقي الخلايا نسختين اثنتين فقط.

٣- تثلث الصبغي ١٨ الجزئي: وهي حالة نادرة، إذ قد يحدث

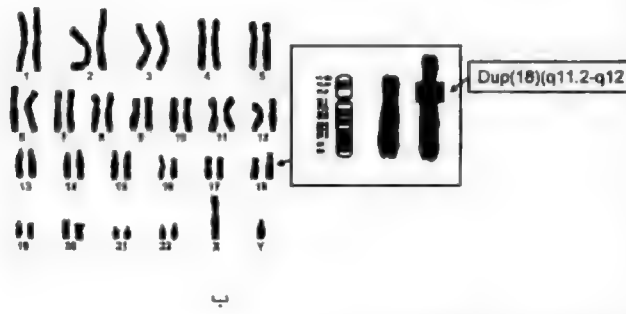
بعد التحري قبل الولادي prenatal screening أحد الابتكارات الحديثة في الرعاية الصحية؛ إذ يأتي بزل السائل السلوي amniocentesis بعد الأسبوع الخامس عشر من الحمل، وأخذ خزعة من الزغابات المشيمائية chorionic villus sampling ما بين الأسبوعين الحادي عشر والرابع عشر من الحمل من الاختبارات التي يمكن الاعتماد عليها والتي تسمح بالتشخيص المبكر. ولكن الخطر المحتمل من فقد الحمل الذي يصل إلى نسبة ٥، ١-٠٪ بسبب هذا الإجراء الراض دفع إلى البحث عن طرائق أخرى في التشخيص والفحص أكثر أمناً.

يستخدم الـ DNA الجنيني الحر في دم الأم (cell-free fetal DNA, cfDNA) في التشخيص ما قبل الولادة منذ عام ٢٠١١ بوصفه أحدث الطرائق غير الراضة لمعرفة حالة الجنين الوراثية، بيد أن هذا الفحص ما يزال يفضي إلى نتائج إيجابية كاذبة أو سلبية كاذبة؛ لذلك غالباً ما يلجأ إلى اعتماد الطرائق الراضة كبزل السلى بعد النتائج الإيجابية باستخدام الـ DNA الجنيني الحر.

لا يوجد حتى الآن علاج طبي لمتلازمة داوون، ولكن قد يستفيد الأطفال المصابون من الرعاية الصحية والدعم المبكرين، كعلاج النطق والعلاج الفيزيائي. ومن الملاحظ أن متوسط العمر المتوقع للأشخاص المصابين قد تحسن في العقود الأخيرة، ويسعى العلماء والباحثون إلى إيجاد نموذج إسكات جيني يحاكي نموذج تعطيل الصبغي inactivation XX لدى إناث الثدييات لحل مشكلة التعبير الجيني الإضافي القائم لدى الأفراد حاملي هذه المتلازمة.

٢- تثلث الصبغي ١٨ (Trisomy 18) أو متلازمة إدوارد Edwards syndrome،

وصف الطبيب إدوارد وزملاؤه عام ١٩٦٠ متلازمة تثلث الصبغي ١٨ أول مرة، وتعد هذه المتلازمة ثاني متلازمة قابلة للحياة تصيب الصبغيات الجسمية بعد متلازمة داوون. وتعد اضطراباً مجينياً خطراً ناجماً عن وجود صبغي ١٨ زائد في جميع خلايا الجسم أو في بعضها، الأمر الذي يفضي إلى اضطراب نمو الجنين، نمواً سويماً وتهديد حياته. تجهض معظم الحمل المصابة بهذه المتلازمة أو أنها تولد ميتة، وغالباً ما تكون لدى الإناث فرصة أعلى من الذكور للبقاء حية. من السمات المميزة لمتلازمة إدوارد الاضطراب الحركي النفسي ونقص النمو، وصغر الرأس microcephaly (صَعَل) وصغر المقلة microphthalmia، وتشوه الأذنين، وصغر الفك والفم، وقبضة مشدودة مع أصابع متراكبة بشكل مميز،



الشكل (٧): يوضح أنماطاً صبغية لحالات ثلث الصبغي ١٨. A: النمط الصبغي للذكر يحمل ثلث الصبغي ١٨ من الشكل الكامل إذ يلاحظ وجود ٣ نسخ كاملة من الصبغي ١٨ وتكون الصيغة الصبغية كالآتي: XY, +18, 47. B: النمط الصبغي لمتلازمة إدوارد ناجمة عن ثلث الصبغي ١٨ الجزئي.

والجهاز البولي، كما تكون أعينهم صغيرة جداً microphthalmia أو ضعيفة التطور، ويكون الرأس صغيراً microcephaly، ولديهم أصابع إضافية في القدمين أو اليدين، وشفة مشقوقة cleft lip مع الحنك المشقوق cleft palate أو من دون ذلك، ويعانون ضعفاً عضلياً (نقص المقوية) (التوتر) hypotonia (الشكل ٨).

يموت العديد من الرضع المصابين بالثلث الصبغي ١٣ في الأيام أو الأسابيع الأولى من الحياة، في حين يكمل بين ٥% و ١٠% منهم عامهم الأول. تقدر نسبة وقوع هذه المتلازمة بـ ١ إلى ١٦٠٠٠ من المواليد الأحياء. وكما في ثلث الصبغي ١٨ يلاحظ ثلاثة أشكال مميزة في ثلث الصبغي ١٣: الشكل الكامل والشكل الفسيفسائي والثلث الجزئي. وترجع أسباب وجود نسخة إضافية من الصبغي ١٣ إلى ظاهرة عدم الانقسام الصبغي في أثناء الانقسام الخلوي أو في المراحل المبكرة من انقسام البويضات الملقحة.

يتم تقصي هذه المتلازمة لدى الأم الحامل ابتداءً من الأسبوع العاشر من الحمل ولغاية الأسبوع الرابع عشر، إذ تجري مجموعة من الفحوص الدموية (الجدول ١)، وكذلك التصوير بالأمواج فوق الصوتية، وحين الشك في وجود هذه المتلازمة يلجأ إلى تحليل النمط الصبغي لخلايا الجنين التي نحصل عليها ببزل السائل السلوي أو أخذ خزعة من الزغابات المشيمائية.

٤- متلازمة خن الذراع القصيرة للصبغي ٥ (deletion) 5p syndrome

وصف هذه المتلازمة أول مرة Lejeune وزملاؤه عام ١٩٦٣، وتدعى أيضاً متلازمة مواء الهرة cri du chat، وتنجم عن حدوث خن (حذف) كل الذراع القصيرة من الصبغي رقم ٥ أو جزء منه فقط (الشكل ٩).

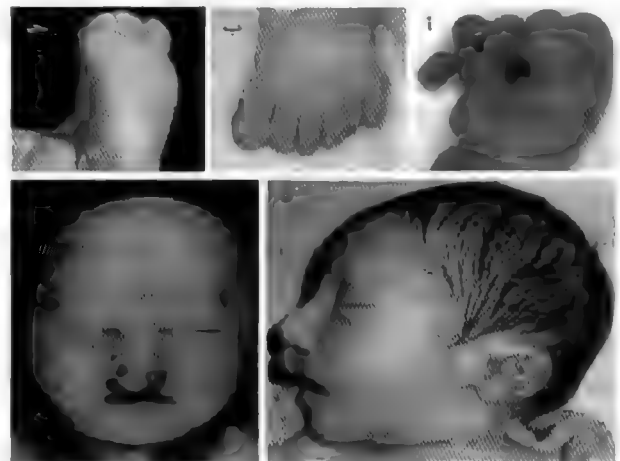
وتتفاوت حدة الأعراض وشدتها تبعاً لحجم الجزء المحذوف: فكلما كبر هذا الجزء كان التعويق الذهني وتأخر

انتقال جزء من الذراع الطويلة للصبغي ١٨ - أو كامل الذراع - إلى أحد الصبغيات الأخرى في أثناء تشكل الأعراس أو في أثناء المراحل المبكرة من انقسام البويضة الملقحة، وأنه يحدث نتيجة لتضاعفها (الشكل ٧).

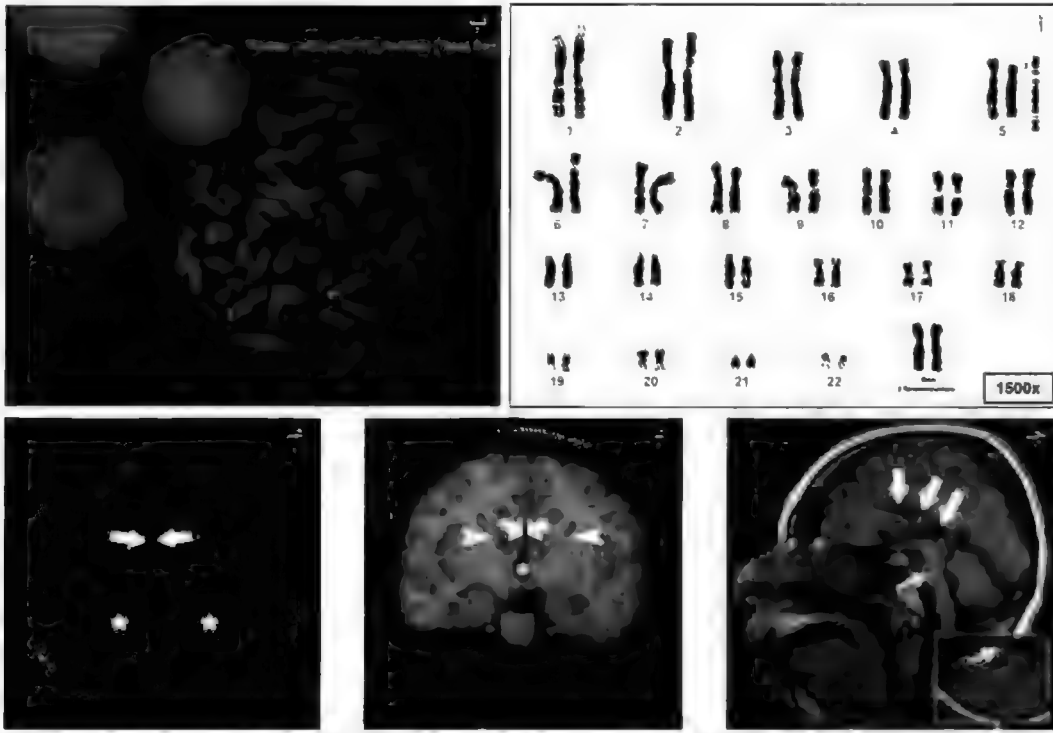
وكما في متلازمة داون تشخص معظم حالات ثلث الصبغي ١٨ قبل الولادة بالفحوص المصلية للأم الحامل (الجدول ١)، وكذلك إجراء النمط الصبغي للجنين karyotype بأخذ عينة من السائل السلوي أو من الزغابات المشيمائية.

٣- متلازمة ثلث الصبغي ١٣ متلازمة باتاو Patau syndrome (Trisomy 13)

هي اضطراب صبغي ناجم عن اختلال الجرعة الصبغية في الصبغي ١٣ حيث يكون في المصاب ثلاث نسخ منه، ويسبب تعويقاً ذهنياً شديداً وعبوياً جسدياً في أجزاء كثيرة من الجسم. وغالباً ما يكون لدى الأفراد عيوب في القلب والدماغ



الشكل (٨): صور توضيحية تظهر المظاهر والسمات المميزة لمتلازمة باتو. A: كثرة الأصابع (عشش) في اليدين. B: polydactyly كثرة الأصابع في القدمين (سمة أقل انتشاراً منها في اليدين). C: نقص تنسج في أوسط القدم. D: يلاحظ إلى اليمين أذنان منخفضتان وجبين مائل ويلاحظ إلى اليسار الرأس الصغير والشفة المشقوقة والحنك المشقوق وكذلك تشوه الأذنين



الشكل (٩): A: النمط الصبغي لمتلازمة خن الذراع القصيرة للصبغي ٥. يظهر الشكل النمط الصبغي وفقاً لتقانة التصبيب التريسيني والتلوين بغميما وبالتكبير X1500 لأنش لديها حذف انتهائي في الذراع القصيرة من الصبغي ٥. ويشير السهم إلى مكان الحذف. وتكتب الصيغة الصبغية كالآتي (46,XX,del(5)(p15)). B: صورة باستخدام تقانة التهجين في الموقع التآلي FISH وباستخدام مسابير نوعية لمنطقة التيلومير من الصبغي ٥ (أحمر: للذراع القصيرة وأخضر للذراع الطويلة). ويظهر الشكل عدم وجود إشارة حمراء دليلاً على وجود الحذف في الذراع القصيرة من الصبغي ٥.

الطفل عامه الأول. ويقدر معدل الوفيات الناجم عن هذه المتلازمة بـ ٦-٨%. يعد البكاء بصوت ونبرة تشبه مواء القطط أحد أهم الأعراض التشخيصية المميزة لهذه المتلازمة، وهو يختفي في السنوات الأولى من الحياة، ويعود السبب في ظهور هذا النمط من البكاء إلى عدم نمو الحنجرة نمواً سوياً.

يحدث الخن غالباً في أثناء تشكل الأعراس أو في أثناء المراحل المبكرة من النمو الجنيني، ولا يوجد في المصابين أي قصة عائلية سابقة لهذه المتلازمة. ويكون سبب الخن حدوث كسر بصورة تلقائية في الذراع القصيرة من الصبغي ٥ في أثناء الانقسام الخلوي.

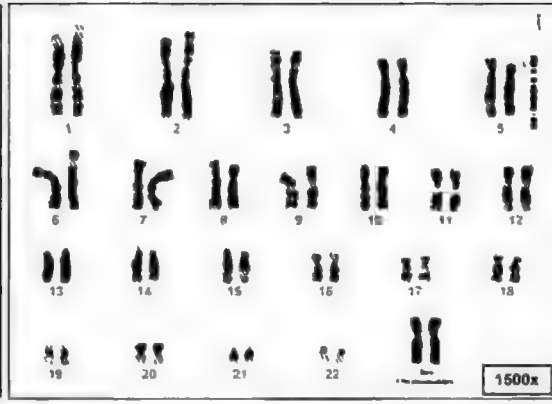
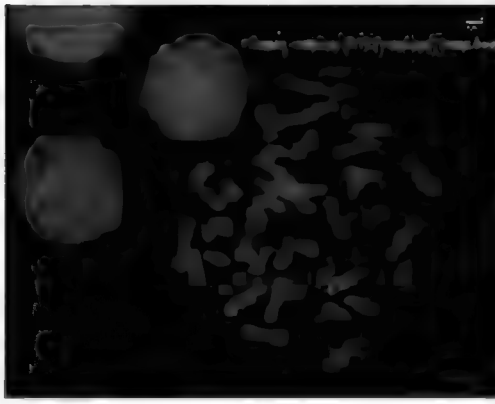
تشخص متلازمة خن الذراع القصيرة للصبغي ٥ بالاعتماد على المظاهر السريرية وإجراء النمط الصبغي للمريض، وإذا أبدى النمط الصبغي نتائج طبيعية لا بد من اللجوء إلى الطرائق الخلوية الجزيئية مثل طريقة التهجين التآلي في الموقع (fluorescence in situ hybridization, FISH) من أجل تأكيد التشخيص (الشكل ١٠).

جدير بالذكر أن الأفراد الذين يعانون متلازمة خن الذراع القصيرة للصبغي ٥ لديهم صعوبة في اللغة، ويتعلم العديد منهم بعض المهارات اللفظية ويصبحون قادرين على

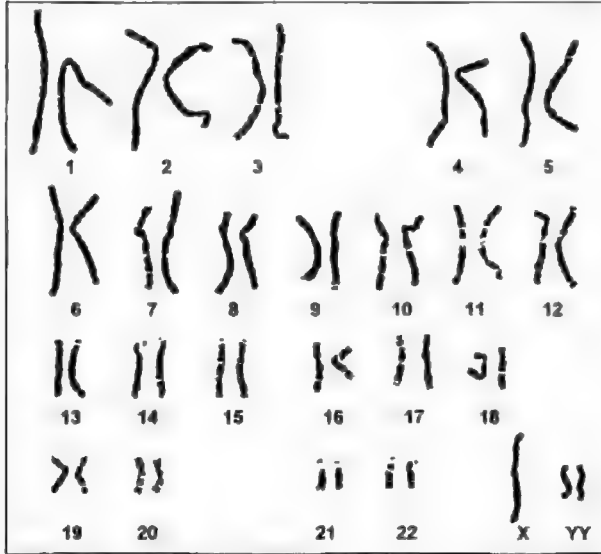
النمو أهد. تعد هذه المتلازمة من الاضطرابات الصبغية الجسدية النادرة، بيد أنها بالمقابل تعد واحدة من أكثر متلازمات الخن شيوعاً لدى البشر، إذ يقدر معدل حدوثها بـ ١ لكل ٢٠,٠٠٠ إلى ٥٠,٠٠٠ من الولدان الأحياء، وتحدث لدى الإناث أكثر من الذكور بنسبة ٣/٤.

ترجع الأعراض المميزة في هذه المتلازمة في الغالب إلى فقد مجموعة من الجينات التي تقع على الذراع القصيرة من الصبغي ٥ ولا سيما الجين CTNN.2D الذي يعتقد ارتباطه الوثيق بالتعويق الذهني الشديد، وكذلك الجين HERT الذي يسهم في المحافظة على نهايات الصبغي سليمة، ويؤدي حذفه إلى أمراض عقلية.

تتميز متلازمة خن الذراع القصيرة للصبغي ٥ بمجموعة من السمات هي انخفاض وزن الولادة وصغر الرأس والوجه المستدير وفرط تباعد hypertelorism العينين وصغر الفك ووجود طيات فوق الموق وانخفاض الأذنين ونقص مقوية عضلي عام، فضلاً عن التخلف العقلي والنفسي الشديد، وتشوهات في العظام المحيطة بالسرج التركي sella turcica. ويولد بعض المصابين بعيوب كبيرة في أجهزة الجسم الأخرى سرعان ما تؤدي إلى الموت الذي يحدث في الغالب قبل إتمام



الشكل (١٠) A : النمط النووي لمتلازمة خين الذراع القصيرة للصبغي ٥ . يظهر الشكل النمط النووي وفقاً لتقانة التعصيب التريسيني والتلوين بغيمازا وبالتكبير X 1500 لأنثى لديها حذف انتهائي في الذراع القصيرة من الصبغي ٥ . ويشير السهم إلى مكان الحذف. وتكتب الصيغة الصبغية كالآتي 46,XX,del(5)(p15)



الشكل (١١): النمط الصبغي لمريض يحمل متلازمة ثنائي Y وفقاً لتقانة التعصيب التريسيني والتلوين بغيمازا (GTG). ويبدو بوضوح وجود صبغيين Y عوضاً عن صبغي واحد.

المتلازمة في درجة الخصوبة وأغلبهم مخصبون.

يرجع اختلال الصيغة الصبغية لدى هؤلاء المرضى إلى حادثة عدم انفصال الصبغيات عند الأب حيث ينشأ الصبغي Y الإضافي نتيجة عدم انفصال الصبغيين YY في مرحلة الانقسام المنصف الثاني أو في أثناء انقسام البويضات المخصبة (الشكل ١٢) و (الشكل ١٣).

٦- متلازمة كلاينفيلتر XXY

وصف الطبيب هاري كلاينفيلتر Harry Klinefelter وزملاؤه عام ١٩٤٢ هذه المتلازمة أول مرة، وسميت باسمه لاحقاً. وهي لا تظهر إلا في الذكور، وغالباً ما تلاحظ عند سن البلوغ، ولم يعرف النمط الصبغي لهذه المتلازمة إلا في عام ١٩٥٩ حين تبين أن خلايا حاملي هذه المتلازمة تحوي

التواصل، في حين يستطيع غيرهم أن يعبر عن نفسه بإيماءات أو بلغة الإشارة.

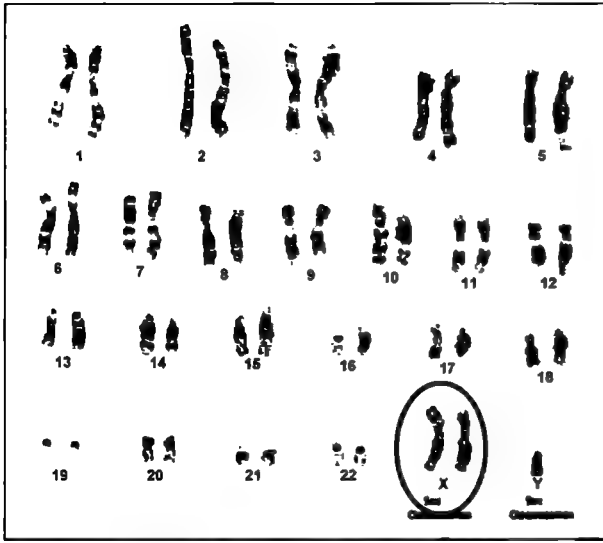
يوجه العلاج على الأخص نحو مشاكل الجهاز التنفسي والقلب. ويعالج التعويق الذهني والجسدي بنهج متعدد الجوانب يشمل العلاج الطبيعي والعلاج المهني وعلاج النطق. إذ يساعد علاج النطق ولغة الإشارة الطفل على التواصل على نحو أفضل، وتلاحظ العدوانية الشديدة في الأطفال الذين لا يستطيعون التواصل، كما يساعد العلاج المهني الأطفال الذين يعانون التخلف العقلي على أن يصبحوا مكتفين ذاتياً، وتسهم المعالجة الفيزيائية في تطوير حركة العضلات على نحو أفضل.

٥- متلازمة XYY

كشف أفري ساندبرغ Avery Sandberg وزملاؤه أول حالة لمتلازمة ثنائي Y (فرط الذكورة) عام ١٩٦١ اتفاقاً، وذلك لدى والد طفل يحمل متلازمة داون.

تظهر هذه المتلازمة بنسبة ١ في كل ١٠٠٠ ذكر حي. يكون تطور نمو حديثي الولادة المصابين طبيعياً في البداية، لكن سرعان ما يتزايد مع بداية مرحلة الطفولة، فيزيد معدل الطول النهائي لديهم ٧ سم على المعدل الطبيعي، وغالباً ما يكون معدل هرمون التستوستيرون أعلى من المعدل الطبيعي، وينخفض حاصل الذكاء IQ قليلاً عن المعدل العام، كما يتميز حاملو هذه المتلازمة بضخامة أسنانهم.

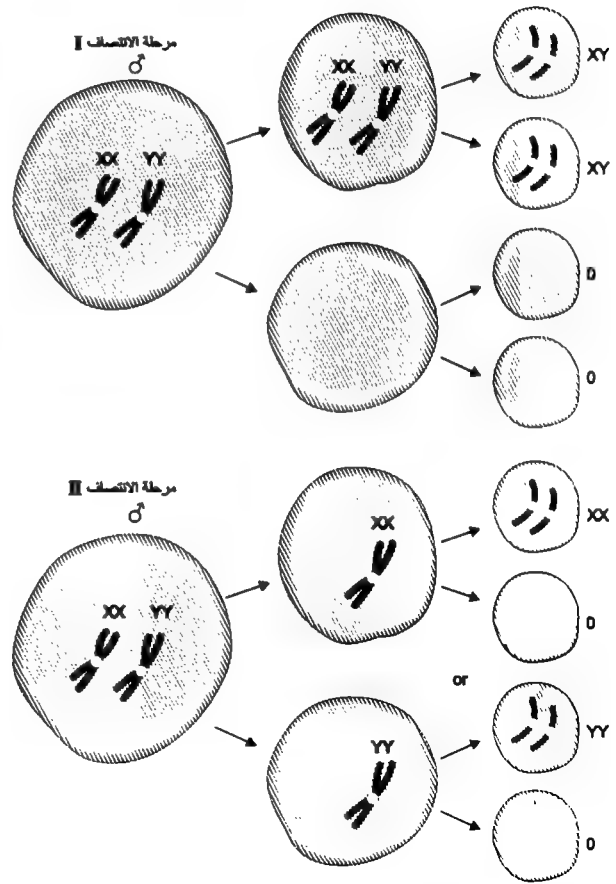
ترافق هذه المتلازمة اضطرابات وظيفية، فقد أظهرت الدراسات أن الذكور ذوي الصيغة الصبغية XYY (الشكل ١١) يميلون إلى ارتكاب جرائم العنف، كما أن هنالك ما ثبت وجود اضطرابات سلوكية صغرى، كفرط النشاط واضطرابات الانتباه وعدم التركيز وقصور التعلم. يتباين حملة هذه



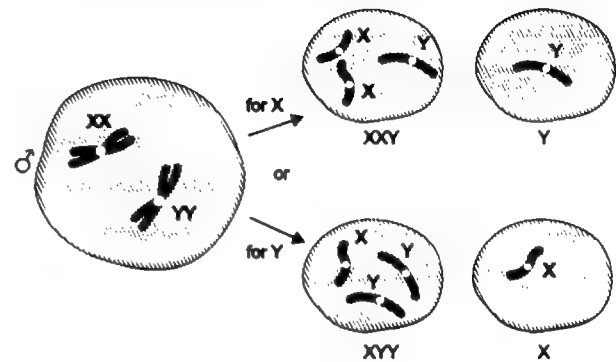
الشكل (١٤): النمط الصبغي المميز لأحد مرضى متلازمة كلاينفيلتر وفقاً لتقانة التعميب التريسيني والتلوين بغيما GTG-banding. حيث يلاحظ في هذا النمط الصبغي وجود صبغي X إضافي، ويكون العدد الكلي للصبغيات ٤٧

صبغياً جنسياً زائداً هو الصبغي X، وبالتالي تصبح الصبغة الصبغية XXY (الشكل ١٤).

تعد متلازمة كلاينفيلتر من أكثر الاضطرابات الصبغية شيوعاً في المجتمع ولا سيما التي ترافق العقم؛ إذ تظهر بنسبة ١ في كل ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ من حديثي الولادة الذكور في عموم السكان، وربما تصل إلى ١ من ٢٠ مريضاً مراجعاً لعيادات العقم. وتختلف الأعراض من حالة إلى أخرى، وربما لا تكون الحالة واضحة حتى البلوغ واكتشاف العقم ثم البحث عن السبب. ويوضع التشخيص قبل الولادة بإجراء النمط الصبغي للجنين بعد أخذ عينة من الزغابات المشيمائية أو الخلايا السلوية، أو في مرحلة الطفولة وسن البلوغ نتيجة ظهور بعض الأعراض التي تستدعي إجراء الدراسة الوراثية الخلوية، مثل التأخر اللغوي مع صعوبات في التعلم ومشاكل سلوكية، وتأخر ظهور الصفات الجنسية الثانوية، أو بعد الزواج من أجل تقصي سبب العقم. كما يمكن التشخيص بالاعتماد على الدراسات الوراثية الخلوية الجزيئية، مثل طريقة التهجين التآلقي في الموضع fluorescence in-situ hybridization (FISH)، أو الاعتماد على طريقة المصفوفة الدقيقة microarray. ويتميز الذكور المصابون بهذه المتلازمة بصغر حجم الخصى (ثلث الحجم الطبيعي)، ونقص الهرمونات الذكورية (الأندروجينات) Androgenes، وعدم احتواء السائل المنوي على النطاف، وتأخر ظهور بعض الصفات الجنسية الثانوية أو عدم ظهورها أبداً (كنمو شعر اللحي والجسد، ورخامة الصوت...) مع ظهور



الشكل (١٢): رسم تخطيطي يظهر كيفية حدوث عملية عدم انفصال الصبغيات ضمن غدة الأب التناسلية في مرحلة الانقسام المنصف الثاني واحتمالات الأعراس الناتجة إذ يؤدي إخصاب النطفة الحاملة لصبغين Y إلى إنتاج فرد يحمل متلازمة ثنائي Y في حين سيؤدي إخصاب النطفة الحاملة لصبغين X إلى إنتاج انثى تحمل متلازمة XXX وفي حالة إخصاب النطفة التي لا تحمل أي صبغي جنسي والمشار إليها في الشكل بـ (٠) فإن ذلك سيؤدي إلى إنتاج انثى تحمل متلازمة تيرنر X٠

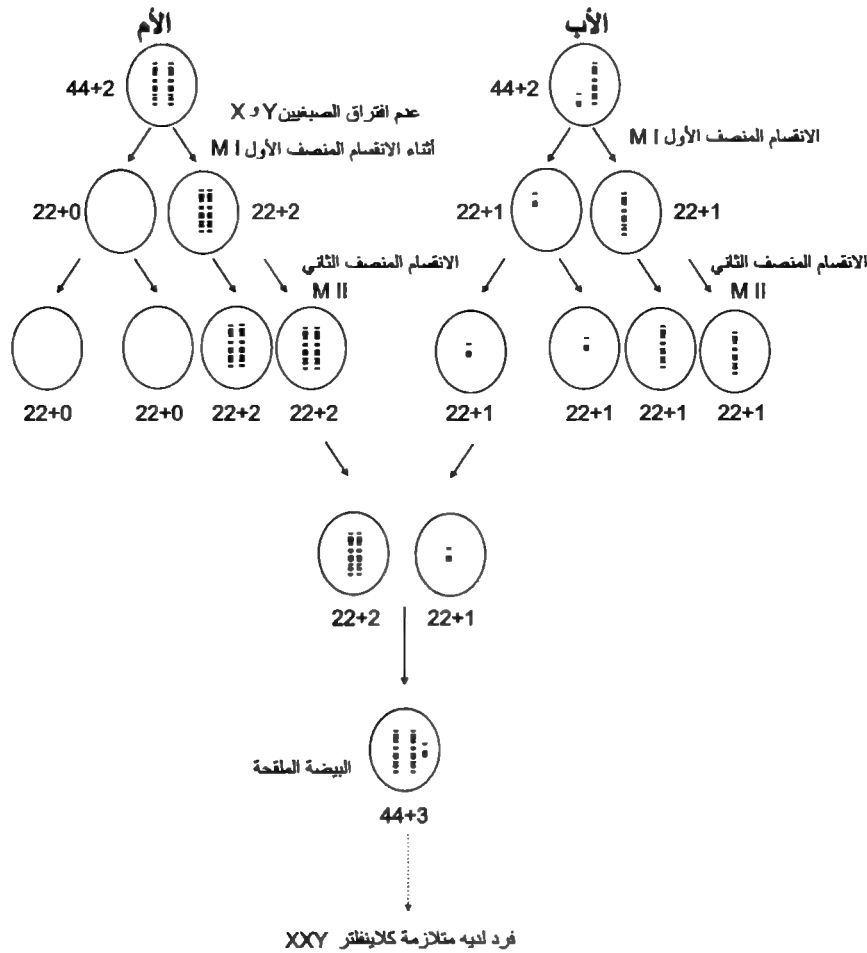


الشكل (١٣): يبين كيفية حصول النسيج على عدد غير متوازن من الصبغيات وبالتالي حدوث حالة الفسيفسائية أو التزيق وذلك نتيجة عدم انفصال الصبغيات في أثناء عملية الانقسام الخيطي للبيضة المخصبة. فحين حدوث عدم انفصال بين كروماتيدي الصبغي Y ستنتج خلايا فيها صبغيين Y إضافة للصبغي X وخلايا تحمل صبغي X واحد. أما حين حدوث عدم انفصال بين كروماتيدي chromatinid الصبغي X فإن ذلك سيؤدي إلى حصول بعض الخلايا على صبغيين X إضافة للصبغي Y وخلايا تحمل صبغي Y واحد وهذه غالباً ما تلبث أن تتلاشى ليبقى الخط الخلوي XXY وبالتالي تظهر على المريض أعراض متلازمة كلاينفيلتر

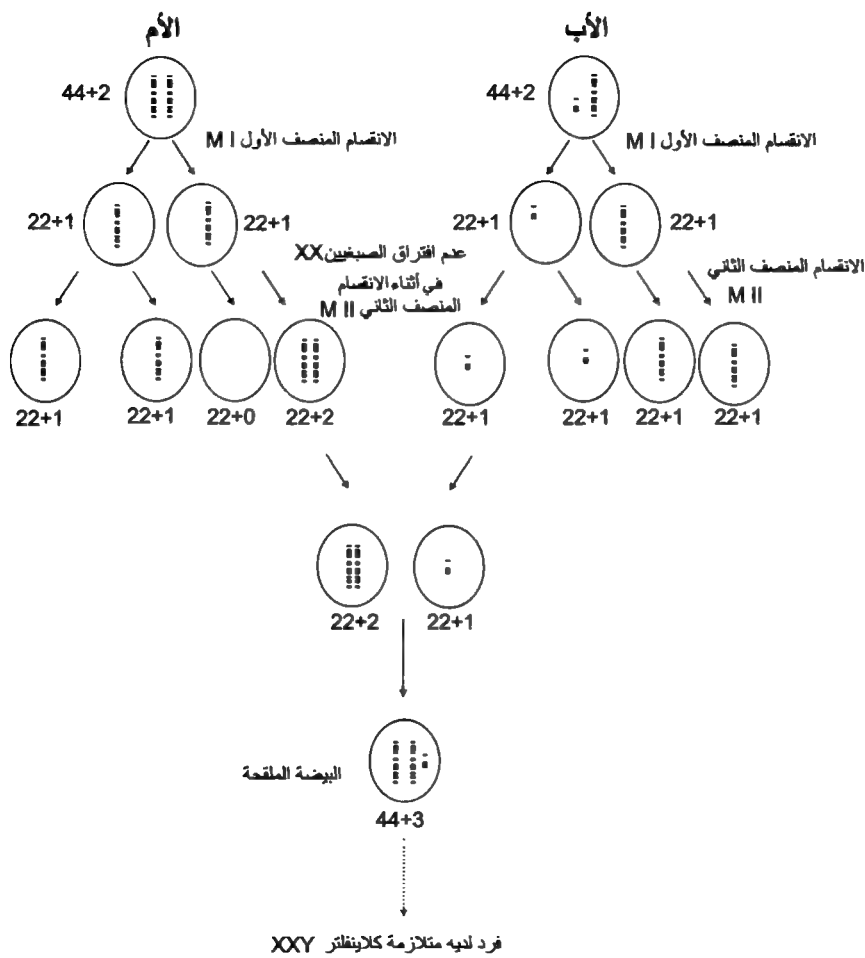
Azoospermia ويعانون العقم تشير بعض المراجع إلى وجود بعض الحالات التي أنجب فيها هؤلاء المرضى على نحو طبيعي ومن دون الاستفادة من التقانات الطبية المساعدة على الإنجاب، ويدل هذا الأمر على احتمال وجود عدد قليل من النطاف ضمن خصى المصابين بهذه المتلازمة، ومع انتشار التقانات الطبية المساعدة على الإنجاب كتقانة ICSI فإن ذلك يمنح الأمل من جديد لهذه الفئة من المرضى في الإنجاب.

يُعتقد أن الصبغي X الزائد يأتي من حادثة عدم انفصال الصبغيات عند أحد الأبوين، ويعتقد أن ٦٧٪ من الحالات تحدث نتيجة عدم انفصال الصبغيين XX عند الأم، وأن ٣٣٪ من الحالات عند الأب، وكما في متلازمة داون فإنه يبدو أن الصبغيات في البويضات الكهله أكثر قابلية لحادثة عدم الانفصال هذه، ولم يلاحظ تأثير واضح لكبر عمر الأب في هذه المتلازمة (الأشكال ١٥ و ١٦ و ١٧).

بعض الصفات الجنسية الأنثوية كنمو الأثداء. ويبدى حملة هذه المتلازمة عدم تناسق في طول الأطراف التي تكون أطول مما في الذكور الأسوياء بنحو ٥-١١ سنتيمتراً، ويكونون متوسطي الذكاء ويكون تأقلمهم ضمن المجتمع طبيعياً، كما قد يقضون حياتهم كلها من دون ظهور أي أعراض سوى حالة العقم، ويبدى بعضهم تأخراً عقلياً بسيطاً مع اضطرابات عاطفية واجتماعية. ويظهر لدى نحو ٨٠٪ من حملة هذه المتلازمة انخفاض واضح في كمية هرمون التستسترون في المصل؛ لذلك فإن حملة هذه المتلازمة يخضعون لمعالجة هرمونية للتخفيف من أعراض العوز الهرموني، كما تكون نسبة الهرمونات LH, FSH أعلى من المعدل الطبيعي، وقد تكون مقادير هرمون الـ FSH مرتفعة جداً. ويبدى الفحص النسيجي تليفاً في الأنابيب المنوية مع ضمور واضح وفرط تنسج Hyperplasia في خلايا ليديج. ومع أن حملة هذه المتلازمة يتميزون بحالة انعدام النطاف



الشكل (١٥): مخطط يبين تشكل الصيغة XXY بفعل حادثة عدم الانفصال الصبغي خلال الانقسام المنصف الأول عند الأم



الشكل (١٦): مخطط يظهر تشكل الصيغة XXY بفعل حادثة عدم الانفصال الصبغي في أثناء الانقسام المنصف الثاني عند الأم.

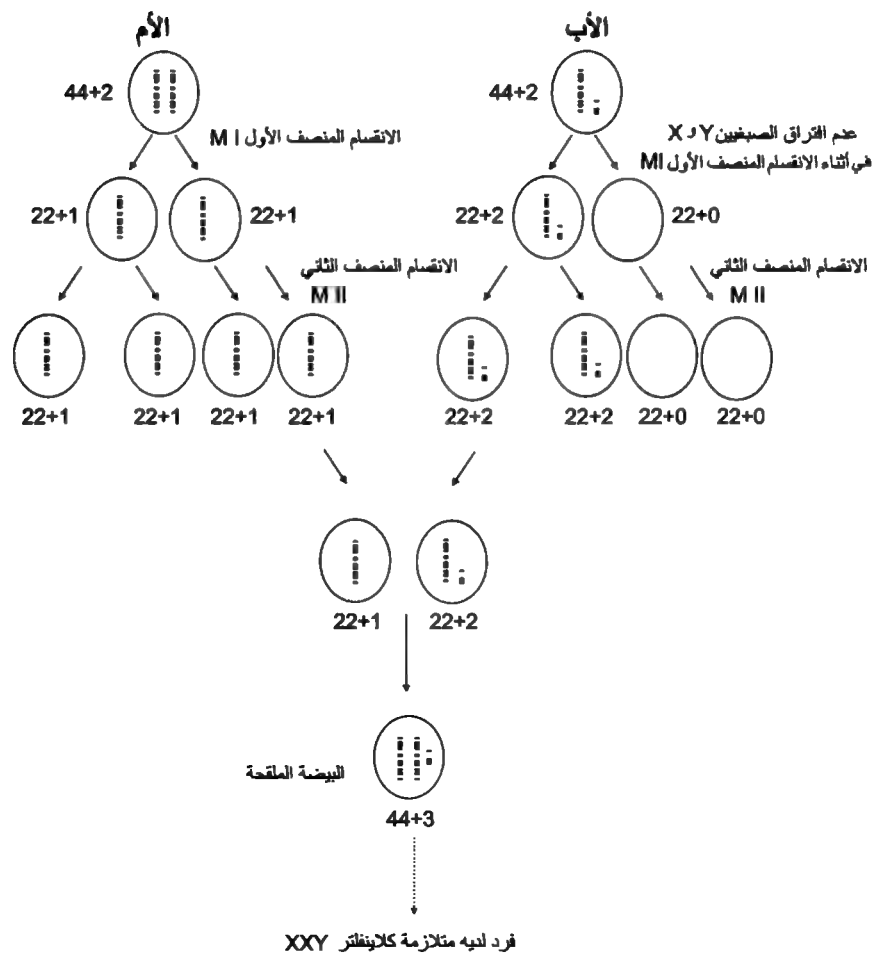
هذه المتلازمة أمر متوقع. ومن الأمثلة على ذلك الجين SHOX، الذي يسبب على الأرجح طول القامة الظاهر غالباً لدى المصابين بهذه المتلازمة.

٧- متلازمات XXXY و XXXXY،

يُلاحظ لدى بعض المصابين بمتلازمة كلاينفيلتر أن لديهم أكثر من صبغي جنسي إضافي في كل خلية (XXXY أو XXXXY)، تدعى هذه الحالات غالباً بمتفاوتات متلازمة كلاينفيلتر (variants of Klinefelter syndrome)، وتظهر فيها علامات وأعراض أكثر شدة من متلازمة كلاينفيلتر المدرسية (الكلاسيكية). إذ ترتبط متفاوتات متلازمة كلاينفيلتر بالتعويق الذهني ومشاكل شديدة في الكلام، كما تتسم بخلل في التطور الجنسي للذكور، مثل صغر الخصية microorchidism ونقص تنسج كيس الصفن hypoplasia of the scrotum، وسمات الوجه المميزة، كالأنف المسطح والطية فوق الموق epicanthus والرقبة القصيرة وعدم تناظر الوجه facial asymmetry، فضلاً عن تشوهات في الهيكل العظمي مثل تقوس العمود الفقري، والتحام العظمين الكعبري

قد تحدث الحالة الفسيفسائية XY/46,XY بسبب عدم انفصال الصبغيات الجنسية في التركيب XXY في مرحلة الانقسام الفتيلي mitosis في المراحل المبكرة من انقسام البويضة الملقحة، أو بسبب تلوّك الصبغي X في الهجرة وفقدانه في هيولى الخلية الأمر الذي يؤدي إلى تشكل خطين أو أكثر من الخطوط الخلوية cell lines وهو ما يعرف بالتزيق (الفسيفسائية)، ويوضح الشكل (١٨) كيفية تشكل هذه الحالة.

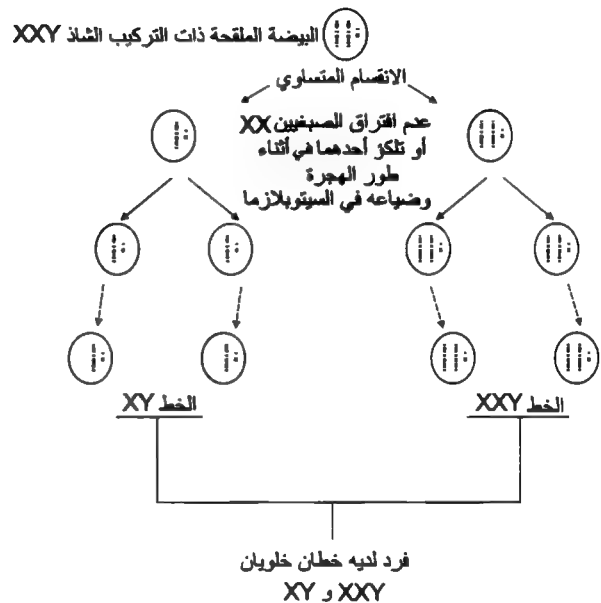
تؤكد الدراسات أن الصبغي الجنسي X الزائد يكون سبباً في اضطراب تمايز الخصية إضافة إلى أن بعض جيناته (لأنه يُعدّ خاملاً وراثياً بحسب نظرية ليون) قد تكون فعّالة مما يُخل في التوازن الجيني بين الجينات الجنسية والجينات الجسدية، ويؤدي إلى حالة العقم غالباً. وقد قدّم العزل الجزيئي لعدد من الجينات الوظيفية من كلا الصبغيين X و Y إثباتاً لهذه الفرضية استناداً إلى أن الجينات المتماثلة المحمولة على الصبغي X تبقى فعّالة ولا يصيبها الخمول كبقية الصبغي X، وبالتالي فإن زيادة تعبيرها عند حملة



الشكل (١٧): مخطط يبين تشكل الصيغة XXXY بفعل حادثة عدم الانفصال الصبغي في أثناء الانقسام المنصف الأول عند الأب

والزندي، وخلل تنسج المشاش، وانحراف الإصبع الخامسة في اليد، وورك روجاء coxa valga، وضعف التنسيق. ويلاحظ على العموم أنه كلما زاد عدد الصبغيات الجنسية الإضافية زاد خطر المشاكل الصحية (الشكل ١٩).

ومع التقدم في السن قد تظهر مظاهر أخرى أيضاً، مثل اعتلال المفاصل والسمنة والمشاكل السلوكية، مثل فرط النشاط والتهيج والقلق وعدم النضج والسلبية والغضب ومشاكل في التواصل الاجتماعي. تحدث حالات 48,XXXY بنسبة ١ لكل ١٧,٠٠٠ ولغاية ٥٠,٠٠٠ من الولدان الذكور، في حين تحدث حالات 49,XXXXY بنسبة أقل ويصل إلى ١ لكل ٨٥,٠٠٠ ولغاية ١٠٠,٠٠٠ من الولدان الذكور. ويرجع حدوث متلازمات 48,XXXY و 49,XXXXY إلى المصادفة (حوادث عشوائية) في أثناء تشكل الأعراس، إذ يؤدي حدوث عدم انفصال الصبغيات المتماثلة خلال الانقسام المنصف الأول أو عدم انفصال شقي الصبغي المتأخيين sister chromatids خلال الانقسام المنصف الثاني إلى تشكل أعراس

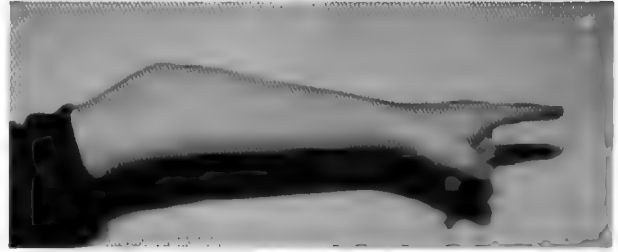


الشكل (١٨): مخطط يوضح تشكل الخطين الخلويين XY/XXY ينجم عنه فرد يحمل متلازمة كلاينفلتر الحالة الفسيفسائية

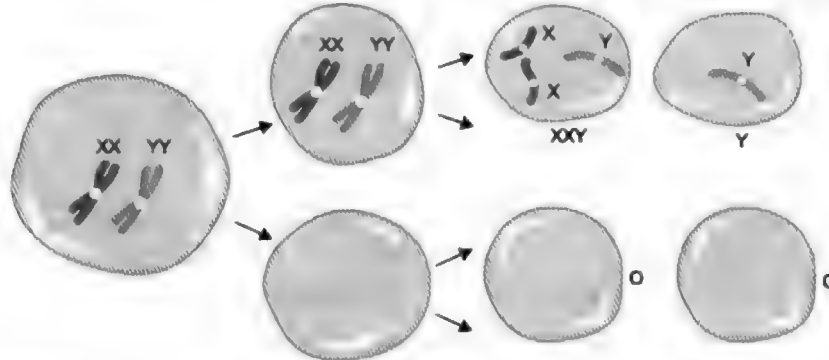
تحمل عدداً غير سوي من الصبغيات. إذ يحدث عدم انفصال الصبغيات على نحو متعاقب في أثناء تشكل النطاف ويعطي أعراساً تحمل (XXY)، وبالتالي تعطي لدى الإخصاب فرداً يحمل الصيغة الصبغية 48, XXXY (الشكل ٢٠).

ويؤدي حدوث عدم انفصال متعاقب للصبغيات X في أثناء الانقسام المنصف الأول والثاني للخلية البويضية إلى إعطاء خلايا تحمل (XXXX)، وبالتالي تعطي لدى الإخصاب فرداً يحمل الصيغة الصبغية 49, XXXXY (الشكل ٢١).

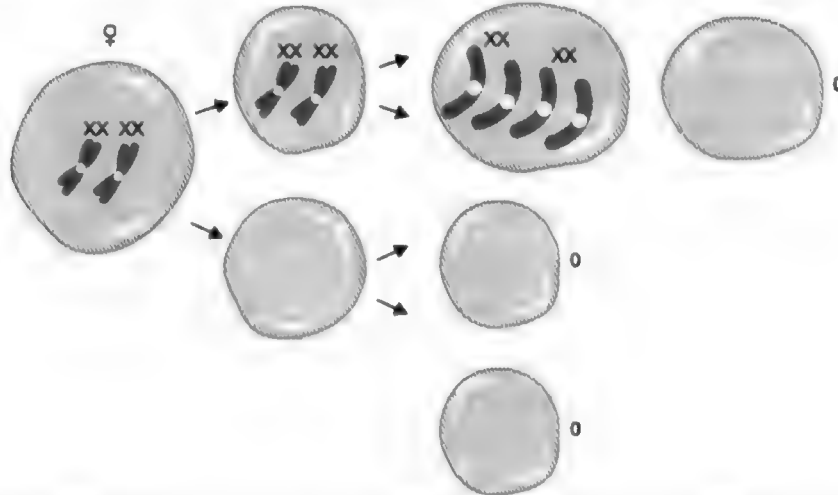
تشخص المتلازمات 48, XXXY و 49, XXXXY غالباً بإجراء فحص النمط الصبغي، أو بالاعتماد على الطرائق الجزيئية، مثل طريقة الـ Chromosomal microarray (CMA) التي تعتمد على تحديد زيادة الصبغيات أو نقصها عامة أو في أجزاء من الصبغيات. وتستخدم في هذه الطريقة رقائق دقيقة microchip تحوي مسابير موسومة خاصة ترتبط بمناطق محددة من الصبغي. يوضع التشخيص في أي وقت من قبل الولادة حتى سن البلوغ، وذلك تبعاً لشدة الأعراض.



الشكل (١٩): صور تضم بعض السمات الجسدية لدى الأفراد الحاملين لمتلازمات XXXY و XXXXY
A: انحراف الإصبع الخامسة B: مرفق بارز مع فرط مرونة.
C: نقص الكتلة العضلية في كل من الساقين والفتحين، أقدام مسطحة

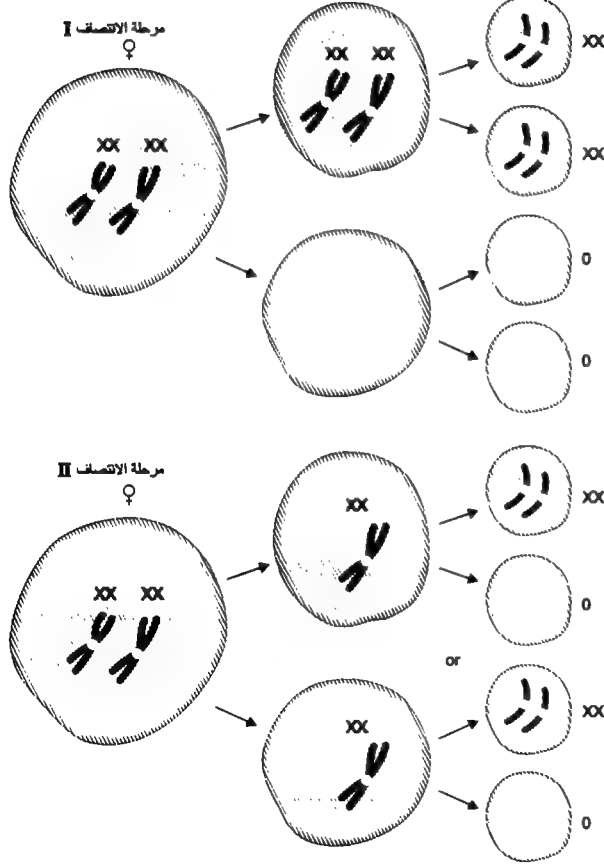


الشكل (٢٠): رسم توضيحي يظهر آلية تشكل أعراس تحمل XXY. يؤدي حدوث عدم انفصال صبغي متعاقب في أثناء الانقسام المنصف الأول والثاني إلى تشكل أعراس تحمل صبغيين X وصبغي واحد Y ولدى الإخصاب سيؤدي ذلك إلى تشكل فرد يحمل الصيغة الصبغية 48, XXXY



الشكل (٢١): رسم تخطيطي يوضح آلية تشكل أعراس تحمل XXXX. يؤدي تعاقب عدم انفصال الصبغيات X في أثناء الانقسام المنصف للخلية البويضية إلى تشكل أعراس تحمل أربعة صبغيات X ولدى الإخصاب تنشأ أفراد تحمل الصيغة الصبغية 49, XXXXY.

الشكل (٢٢)، أو في أثناء الانقسام الخيطي للبيضة الملقحة post-zygotic nondisjunction والتي تقضي إلى تشكل الحالة الفسيفسائية. وكما في معظم حالات التثلث الصبغي فإن تقدم عمر الأم بعد من أهم مسببات هذه الحالات.



الشكل (٢٢): رسم توضيحي لألية تشكل اختلال الصيغة الصبغية نتيجة عدم انفصال الصبغيات X في مبيض الأم. إذ يؤدي عدم انفصال الصبغيين المتماثلين X في أثناء الانقسام المنصف الأول إلى تشكل أعراس تحمل صبغين X وبالتالي تؤدي لدى الإخصاب بنطفة تحمل الصبغي X إلى تشكل أنثى تحمل الصيغة الصبغية XXX 47 في حين يؤدي إخصاب تلك الأعراس بنطفة تحمل الصبغي Y إلى تشكل فرد يحمل متلازمة كلاينفلتر 47,XXY. أما الأعراس التي لا تحمل أي صبغيات جنسية فإن إخصب بنطفة تحمل الصبغي X فستعطي أنثى تحمل متلازمة تورنر XO,45 وإن إخصب بنطفة تحمل الصبغي Y فإن البيضة المخصبة تكون غير قادرة على متابعة انقسامها ولا تكون هذه الحالة متوافقة مع الحياة بالتالي فإنها تضحل وتلاشي.

يعتمد في التشخيص على تحليل النمط الصبغي، ونظراً لتغير المظاهر الجسدية والنفسية لحاملات هذه المتلازمة فإنه عادة ما يجري هذا التحليل لدى الإناث اللواتي يظهرن الاضطرابات التالية: تأخرًا لغوياً و/أو حركياً، ونقص المقوية العضلي العام وقامة طويلة، وقصور مبيض مبكراً، أو قصور المبيض الأولي Primary Ovarian Insufficiency، وتعويقاً ذهنياً أو تعويقاً في التعلم، أو العجز في الانتباه والتركيز والقلق واضطرابات المزاج.

يحتاج المرضى الذين يعانون من هذه المتلازمات إلى إشراف فريق طبي متعدد الاختصاصات، يشمل اختصاصيي القلب والعصبية والغدد الصم والطب النفسي.

٨ - متلازمات XXX و XXXX رباعيات الصبغي X (تثلث الصبغي X)؛

ينجم تثلث الصبغي X عن وجود صبغي X إضافي لدى الإناث، إذ تكون الصيغة الصبغية لديهن 48 XXX. وهو من أكثر الاضطرابات الصبغية شيوعاً لدى الإناث، ويحدث في نحو ١ من كل ١٠٠٠ أنثى حية.

وصفت هذه المتلازمة أول مرة عام ١٩٥٩ عند امرأة تبلغ من العمر ٣٥ عاماً لديها قدرات عقلية عادية وانقطاع الطمث الثانوي secondary amenorrhea في سن ١٩ من العمر. يتم تشخيص قرابة ١٠٪ فقط من حالات تثلث الصبغي X نظراً للأعراض الطفيفة التي تبديها المريضات، أو لعدم إبداء أي أعراض مميزة. تشمل السمات الواضحة والشائعة طول القامة؛ إذ تكون الفتيات في سن المراهقة أطول من قريناتهن، ولديهن طيات تعلقو الموق ونقص مقوية عضلي، وانحناء الإصبع الخامسة clinodactyly. في معظم الحالات لا توجد مشاكل طبية مهمة وأكثرها شيوعاً حين وجودها تشوهات الجهاز البولي التناسلي كغياب الكلية وخلل التنسج الكلوي وتشوهات المبيض، وغالباً ما يكون لدى الطفلات المصابات بالتثلث الصبغي X معدلات أعلى من التأخر النفسي الحركي، مع زيادة خطر العجز المعرفي وعجز التعلم في سن المدرسة. وتكون السمات النفسية كضعف التركيز والانتباه واضطرابات المزاج كالقلق والاكتئاب وغيرها من الاضطرابات النفسية أكثر شيوعاً بين حاملات هذه المتلازمة.

يكون النمو الجنسي وسن بدء البلوغ طبيعيين، ومع ذلك يعد قصور المبيض المبكر (POF) Premature ovarian failure أحد الأعراض التي قد تعانيها المصابات، إذ يضعف إنتاج المبيض للهرمونات والبيوض قبل السن النموذجية لانقطاع الطمث (الإياس menopause).

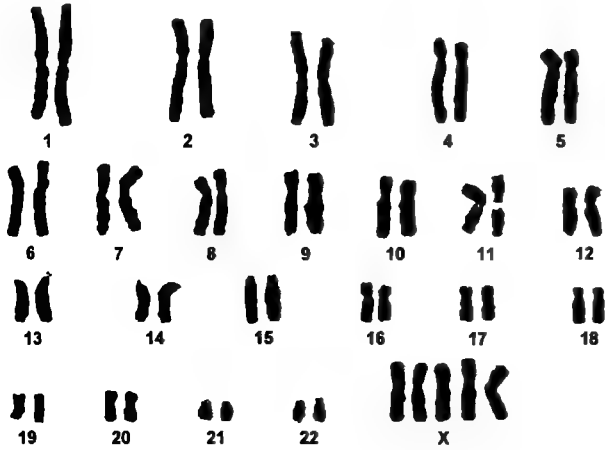
يعتقد أن الأعراض المرافقة لمتلازمة تثلث الصبغي X تنجم عن فرط تعبير بعض الجينات، ولعل أبرزها مجموعة من الجينات الواقعة قرب الأطراف الانتهازية من الصبغي X وكذلك الجين (SHOX) short stature homeobox التي تكون قادرة على التعبير عن نفسها في الصبغيات X الثلاثة مؤدية إلى طول قامة الإناث المصابات.

ويعود سبب حدوث هذه المتلازمة إلى حادثة عدم الانفصال الصبغي في أثناء الانقسام المنصف المؤدي إلى تكون الأعراس

النمط الصبغي.

٩- متلازمة XXXXX (خماسية الصبغي X):

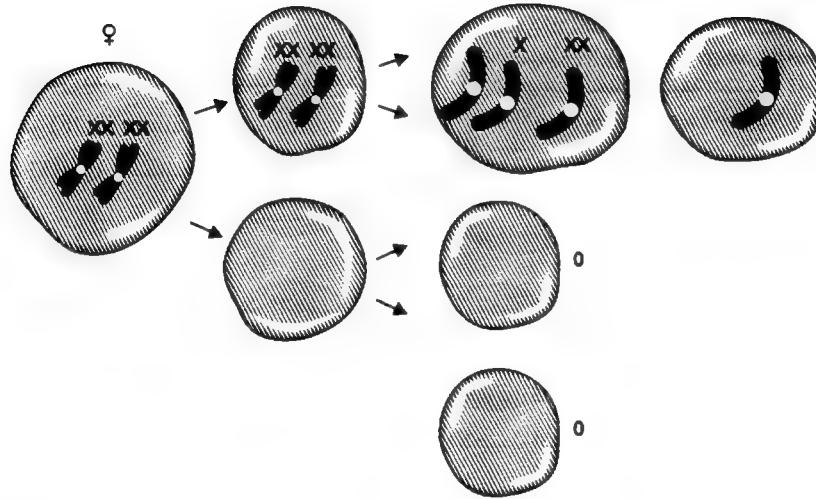
تعرف بخماسية X، وهي اضطراب صبغي نادر جداً تحمل فيه خلايا الإناث خمسة صبغيات X عوضاً عن اثنين (الشكل ٢٤). معدل تكرار هذه المتلازمة غير معروف على نحو عام، لكن يبدو أنها تظهر على أقل تقدير عند ١ من كل ١٠٠٠٠٠ امرأة. من أكثر السمات المميزة للمصابات بهذه المتلازمة الإعاقة الذهنية وقصر القامة وشذوذ قحفي. وقد تشمل بعض العيوب الجسدية الأخرى، مثل: الرأس الصغير وتشوهات الأذن والعينين مفرطتي التباعد والأنف العريض والرقبة القصيرة وفراط بسط المرفقين والتشوهات في



الشكل (٢٤): نمط صبغي وفقاً لتقانة التعصيب التريسيني والتلوين بغيمازا (GTG-banding) لفتاة مصابة بخماسية X. تظهر بوضوح وجود خمسة صبغيات X لديها.

أما متلازمة XXXX أو ما تدعى رباعية الصبغي X فقد وصفت أول مرة عام ١٩٦٠. وتعد هذه المتلازمة من المتلازمات النادرة؛ إذ وصف حتى الآن نحو ١٠٠ حالة فقط عالمياً، منها ٦٠ حالة تم ذكرها في الأدب الطبي. وتكون الصبغة الصبغية للإناث الحاملات هذه المتلازمة، XXXX ٤٨. وتختلف الأعراض وتتنوع في المصابات، وتشابه متلازمة ثلث الصبغي X، وتشمل صعوبات طفيفة أو معتدلة في النطق والتعلم، وتأخر في النمو، ومعالج وجه مميزة كطيّات تعلو الموق وجسر أنف مسطح وفم صغير وحناك مقوس أو مشقوق وتشوهات في الأسنان، وتشمل أيضاً نقص المقوية والمرونة أو ارتخاء المفاصل وتشوهات في مفصل الفخذ وعيوباً في القلب، وخللاً في وظيفة المبيض. كما يلاحظ أن حاملات هذه المتلازمة يكن في الغالب طويلات القامة. يبلغ نحو ٥٠% من المريضات بلوغاً طبيعياً، في حين أن الـ ٥٠% الأخرى لا يصلن إلى هذه المرحلة مطلقاً، أو يحدث لديهن بلوغ جزئي من دون ظهور المميزات الجنسية الثانوية، أو أنهن يصلن إلى البلوغ الكامل ولكن مع عدم انتظام الدورة الشهرية و / أو انقطاع الطمث في مرحلة مبكرة (فترة المراهقة). ويغلب أن تعالج المصابات علاجاً هرمونياً بالإستروجين للحث على نمو الأثداء، وتحفيز تشكيل العظام ولتبع هشاشتها، ووفقاً للأعراض يمكن توجيه الدعم والعلاج المناسبين للحالة.

تحدث متلازمة رباعي الصبغي X نتيجة خطأ في الانقسام المنصف وحدوث عدم انفصال متتابع في الصبغي X في أثناء عملية تشكل الأعراس، ويتأكد التشخيص بإجراء

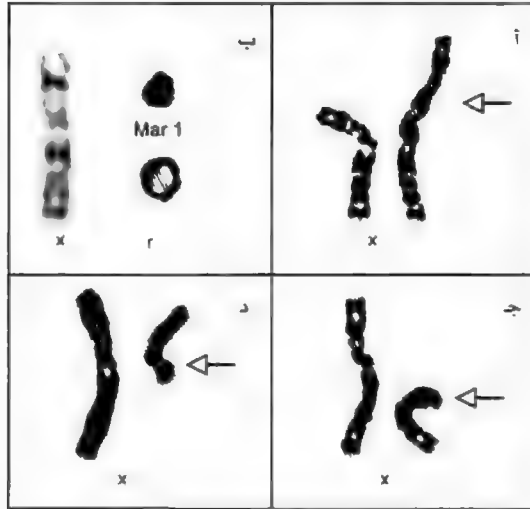


الشكل (٢٣): شكل تخطيطي يوضح آلية تشكل بعض الاختلالات في الصبغة الصبغية. فإذا حدث عدم انفصال متعاقب للصبغي X ضمن مبيضي الأم فإن ذلك سيؤدي إلى تشكل أعراس تحمل ٣ صبغيات X فإن أخصيت هذه البيوض بنطاف تحمل الصبغي X فإنها ستعطي إناثاً تحمل متلازمة رباعية X (48,XXXX) أما إذا أخصبت بنطاف تحمل الصبغي Y فإنها ستعطي ذكوراً تحمل متلازمة 48,XXXY. أما الأعراس التي تحمل صبغياً واحداً X فإنها ستعطي أفراداً سليمة (46,XY أو 46,XX)



الشكل (٢٥): صور توضح المظاهر السريرية لمتلازمة تيرنر. A تبدو الرقبة الوترية المتمثلة بجلد زائد على الرقبة. B و C تبدو الوذمات اللففية على القدمين واليدين

والآخر فاقد لأحد الصبغيين X (46,XX/45,X)، وعلى حالات ناجمة عن خلل بنيوي في الصبغي X ذاته، فمثلاً يحدث تضاعف الذراع الطويلة لأحد الصبغيين X (46,X,iXq) وهو ما يعرف بالصبغي المتساوي الأذرع isochromosome، أو يحدث خن الذراع القصيرة لأحد الصبغيين X (46,X,delXp) أو للذراع الطويلة منه (46,X,delXq)، أو يتشكل الصبغي X الحلقي (46,XX,r) (الشكل ٢٦).



الشكل (٢٦): أمثلة عن الاضطرابات البنيوية التي تحدث للصبغي X والمؤدية إلى ظهور متلازمة تيرنر. A: الصبغي المتساوي الأذرع B: الصبغي الحلقي واسمة marl C: خن في الذراع القصيرة D: خن في الذراع الطويلة

يرجع العديد من الأعراض والسمات في متلازمة تيرنر إلى فقد جينات محددة، إذ يؤدي فقد الجزء الانتهائي من الذراع الطويلة للصبغي X إلى قصر القامة وفشل المبيض الأولي أو الثانوي (primary or secondary ovarian failure)، أما فقد الذراع القصيرة (Xp) فيؤدي إلى ظهور معظم الأعراض المميزة لمتلازمة.

تشخص متلازمة تيرنر قبل الولادة بالاعتماد على

الأسنان والحنك المشقوق وانحراف الإصبع الخامسة وتشوهات في القدمين وعيوب في القلب. ويعتقد أن الخلل في الصبغة الصبغية ينجم عن أخطاء تحدث في أثناء الانقسام المنصف سواء لدى الأم أم لدى كل من الأم والأب.

١٠- متلازمة تيرنر (Turner syndrome XO)

اضطراب يصيب الإناث، ينجم عن فقد كامل الصبغي الجنسي X أو جزء منه، فتولد الفتاة ولديها صبغي X واحد. تموت ٩٩% من المصابات قبل الولادة، وتظهر المتلازمة بنسبة ١ لكل ٢٥٠٠ أنثى حية. تبدو المصابات حين الولادة طبيعيات ولا يظهرن أي مظاهر مميزة سوى وذمات لمفية lymphedema واضحة في اليدين والقدمين. في مرحلة الطفولة تبدو الفتيات برقبة مجنحة وعريضة؛ تتمثل بوجود جلد زائد على الرقبة (الرقبة الوترية webbed neck) (الشكل ٢٥). ويكون خط الشعر منخفضاً في الوجه الخلفي من الرقبة. يعاني نحو ٥٠% من حملة هذه المتلازمة ضعف السمع والتهابات متكررة في الأذنين. وفي سن البلوغ تظهر بعض الصفات الجنسية الثانوية، غير أن الرحم تكون صغيرة جداً، ويكون المبيض شريطياً، وتستنزف البويضات خلال مرحلة الطفولة مما يسبب العقم الذي يعد السمة المميزة لهذه المتلازمة. وتبدو الفتيات قصيرات القامة على نحو واضح؛ ولذلك يمكن إعطاؤهن هرمون النمو للمساعدة على زيادة الطول. تعاني بعض الفتيات تشوهات في الهيكل العظمي وعيوباً في القلب، وارتفاع ضغط الدم ومشاكل في الكلى. أما مستوى الذكاء فطبيعي.

يلاحظ تنوع الأسباب المؤدية إلى ظهور متلازمة تيرنر؛ إذ ينجم نحو ٥٠% من الحالات عن خلل عددي يتمثل بفقد الصبغي X بالكامل، وتتنوع الـ ٥٠% المتبقية على الحالة الفسيفسائية، أي وجود خطين خلويين؛ أحدهما سوي

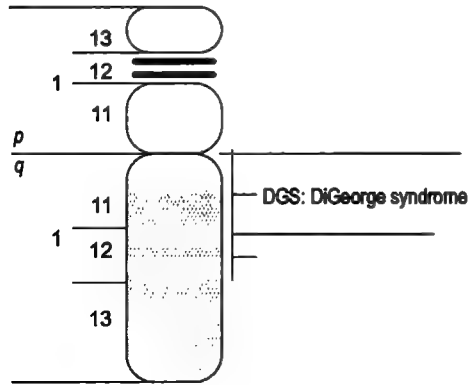
اللامقترن فضلاً عن البروتين الجنيني ألفا alphafetoprotein
أحد المؤشرات على متلازمة تيرنر (الجدول ١). ويوضّح
التشخيص بعد الولادة بالاعتماد على إجراء النمط الصبغي
وعلى المظاهر السريرية الموجودة. ومن المهم معرفة الجوانب
السريرية والجنينية التي تؤدي إلى الكشف عن الحالات في
الوقت المناسب لوضع التدبير المناسب.

التشخيص بالأمواج فوق الصوت، وملاحظة الودمات
الجنينية، أو بإجراء النمط الجيني للجنين ولا سيما في
حالات تقدم عمر الأم، كما يتم التشخيص أيضاً بفحص
مصل الأم (المسح الثلاثي)؛ إذ تعد المستويات غير السوية
من موجهة الغدد التناسلية المشيمائية البشرية
gonadotropin chorionic human (HCG)، والإستريول

المتلازمات الناجمة عن الخبن الدقيق في الصبغي

سامر الزعبي

مع وجود اختلافات كبيرة في الأنماط الظاهرية بين شخص وآخر. وغالباً ما تكون التوتة thymus والدريقات parathyroids غير متطورة أو مختلة الوظيفة. ونتيجة هذه الاختلافات في النمط الظاهري بين الأفراد تأخذ هذه المتلازمة أسماء مرادفة مثل Shprintzen syndrome، أو متلازمة شرع الحنك والقلب والوجه (Velocardiofacial syndrome (VCFS)، أو متلازمة نقص تنسج غدة التوتة والغدد الدرقية أو متلازمة الجيب البلعومي الثالث والرابع.



الشكل (١): شكل ترسمي للصبغي ٢٢ يوضح منطقة الخبن المرتبطة بمتلازمة دي جورج

تنجم متلازمات الخبن الدقيق في الصبغي عن خُبون (حُدُوف) صبغوية دقيقة أي غير مرئية تحت المجهر الضوئي ولكنها تشمل عدداً من الجينات المتجاورة.

يحدث معظمها بشكل فرادي Sporadic، ويتم تشخيص هذه المتلازمات المبدي غالباً بعد الولادة بالمظهر السريري ويؤكد التشخيص بوساطة تقنية التهجين في الموضع التآليقي Fluorescent insitu hybridization (FISH).

تختلف المتلازمات الناجمة عن الخبن الدقيق في الصبغي عن الأمراض الوراثية الناجمة عن الشذوذات الصبغية الأخرى بأن هذه الأخيرة تُشخص باستخدام تحليل النمط النووي Karyotype وذلك بسبب حجم الشذوذ الكبير نسبياً إذ يكون عادة أكبر من ٥ Mb (ميغا قاعدة)، في حين يكون حجم الخبن الدقيق بين ١ - ٣ ميغا قاعدة.

يُظهر الجدول (١) أهم المتلازمات الناجمة عن الخبن الدقيق في بعض الصبغيات:

١- متلازمة دي جورج (DiGeorge syndrome (DGS

تنجم عن خبن دقيق في الصبغي ٢٢ (في الموقع 22q11.2) (الشكل ١)، يؤدي هذا الخبن إلى زيادة الإصابة بالأخماج (بسبب نقص المناعة) وعيوب في القلب وملامح مميزة للوجه

الجدول (١)	
اسم المتلازمة	موقع الخبن
١- متلازمة دي جورج DiGeorge syndrome	22q11.2
٢- ترابط ورم ويلمز- فقد القرزحية Aniridia-Wilms tumor association أو متلازمة WAGR	11p13
٣- متلازمة عين القططة Cat-eye syndrome	22q11
٤- متلازمة ويليامز Williams syndrome	7q11.23
٥- متلازمة برادر- ويلي Prader-Willi syndrome	15q11 من الصبغي الأبوي Paternal
٦- متلازمة أنجلمان Angelman syndrome	15q12 من الصبغي الأمومي Maternal
٧- متلازمة روبنشتاين - طيبي Rubinstein-Taybi syndrome	16p13 or 22q13.2
٨- متلازمة ألاجيل Alagille syndrome	20p12
٩- متلازمة الخبن 1p36 Deletion 1p36 syndrome	1p36

الحدوث:

يعد خين متلازمة دي جورج من أكثر متلازمات الخيون الصبغية الدقيقة شيوعاً، إذ يراوح حدوثها بين ١/٢٠٠٠ و ١/٤٠٠ ولادة حية في عموم الولايات المتحدة وكذلك في الدول الأخرى. وتعد السبب الأكثر شيوعاً لعب الحنك المشقوق وعيوب القلب الخلقية.

السبب:

هو خين فرداني الزيفوت (1.5-3.0-Mb) في hemizygous الموقع الصبغي 22q11.2. ويحدث هذا الخين غالباً نتيجة التعابر غير المتكافئ unequal crossing over بين صبغيين متماثلين أو بين صبغيين غير متماثلين. وتتضمن المنطقة المحذوفة عدداً من الجينات. ويعود اختلاف الأعراض بين الأفراد إلى الجينات المخبونة في الموقع 22q11.2 الذي يضم أكثر من ثلاثين جيناً.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تعد عيوب القلب من التظاهرات الجسدية الرئيسة المرتبطة بمتلازمة دي جورج. وتشمل هذه العيوب تشوهات الأوعية الدموية الصادرة عن القلب (الشريان الأبهر والشرايين الرئوية) وعيوباً في الحاجز البطيني Ventricular septal defects (VSD). أما مظاهر الوجه (الشكل ٢) فتتضمن العيون المائلة للأسفل والأذنين المنخفضتين والضم المدور الصغير والحنك عالي التقوس وصغر الفك النسبي.

التشخيص:

باستخدام تقنية التهجين في الموضع التآلقي



الشكل (٢): لاحظ بروز الأنف وضيق جناحي الأنف وتربع جذر الأنف وضيق الشق الجفني

Fluorescence in situ hybridization (FISH) 22. يمكن استخدام وسائل تشخيص جينومية أكثر دقة وتطوراً مثل مصفوفة التهجين الجيني المقارن array comparative genomic hybridization (aCGH). كما يمكن الاستئناس بالتحاليل المخبرية التقليدية مثل تعداد كريات الدم الشامل ومستوى الكالسيوم المصلي ومعايرة هرمون الدريقات، ويمكن كذلك استخدام الصور الشعاعية والتصوير بالرنين المغناطيسي والتصوير المقطعي المحوسب والتصوير الوعائي بالرنين المغناطيسي لتشخيص العيوب القلبية الوعائية وعيوب التوتة.

المعالجة والتدبير:

يعطى الكلسيوم وفيتامين D لتعويض مستويات الكلسيوم المنخفضة. وغالباً ما يجري التدخل الجراحي لتصحيح العيوب القلبية، وزرع نقي العظام معالجة لنقص المناعة المصاحب لمتلازمة دي جورج.

الإنذار:

يختلف وفقاً لدرجة العيوب القلبية وخلل وظيفة الجهاز المناعي، وتعد العيوب القلبية السبب الأول للمراضة والوفيات التي تحدث غالباً في السنة السادسة من العمر. أما السبب الثاني للوفيات فينجم عن الأخماج التي تحدث بسبب نقص المناعة الوخيم.

٢- ترابط ورم ويلمز- فقد القرحة Aniridia-Wilms tumor association أو متلازمة WAGR

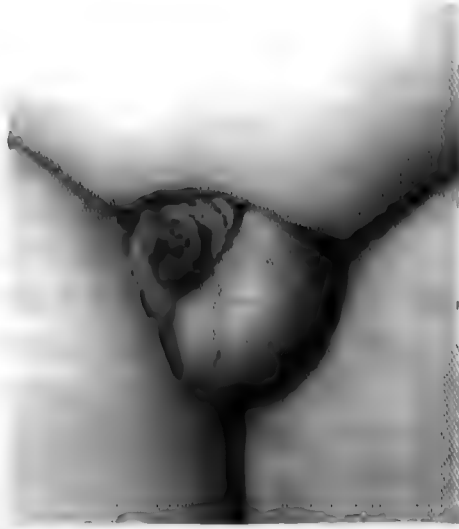
متلازمة جينية متعددة تتضمن تخلفاً عقلياً مصحوباً بشذوذات خلقية متعددة تنجم عن خين دقيق للقسم القاصي من منطقة الصبغي 11p13. وقد اشتق اسم المتلازمة من الأحرف الأولى للتظاهرات السريرية الأولية المترابطة بعضها ببعض والتي تضم ورم ويلمز، انعدام القرحة، شذوذات تناسلية، وتخلفاً عقلياً كما يلي: Wilms tumor, aniridia, genital anomalies, and mental retardation.

الحدوث:

يرواح انتشار متلازمة WAGR بين ١ لكل ٥٠٠٠٠٠ شخص إلى ١ لكل مليون شخص.

السبب:

يؤدي الخين إلى حذف الجين الكابت للورم WT1 مما يسبب ظهور ورم ويلمز والشذوذات التناسلية، كما يؤدي حذف الجين PAX6 المجاور إلى انعدام القرحة (الشكل ٣). ويعتقد أن التخلف العقلي يعود إلى حذف جينات لم يتم تحديدها بعد في منطقة الخين.



الشكل (٥): صورة للأعضاء التناسلية للذكر بعمر ٩ سنوات مصاب بمتلازمة WAGR تُظهر اختفاء الخصية اليمنى وصغر القضيب.

التشخيص:

يتم بتقنية التهجين في الموقع التآلي FISH لكشف خبن الجينين WT1 و PAX6.

المعالجة والتعبير:

يجب أن تجرى للرضع والأطفال المصابين تداعلات خاصة ومبكرة واتباع برامج تعليمية متخصصة بما فيها علاجات نوعية للرؤية وبرامج تأهيل فيزيائية ومهنية وبرامج تأهيل النطق والكلام.

الإنذار:

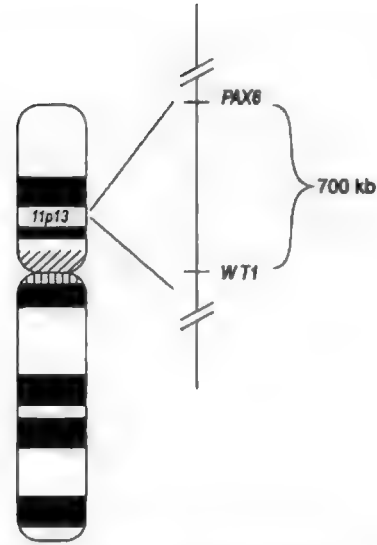
الإنذار ممتاز للبقاء على قيد الحياة لمدة طويلة. ومعدلات المراضة والوفيات المرتبطة بالتطور المتأخر للفشل الكلوي أكثر أهمية من ورم ويلمز. ويمكن للكشف المبكر أن يحسن الإنذار.

٣- متلازمة عين القطعة Cat eye syndrome

هي الاسم الأكثر شيوعاً لحالة وراثية نادرة تتضمن ثلثاً أو رباعاً جزئياً لجزء من الصبغي ٢٢. وقد أطلق هذا الاسم لأن عين المصاب تشبه عين القطعة لإصابة القرنية بالثلازمة coloboma العامودية. وتعرف هذه المتلازمة أيضاً بأسماء أخرى مثل متلازمة شميد - فراكارو Schmid-Fraccaro syndrome، والثلث الجزئي للصبغي ٢٢، الرباع الجزئي للصبغي ٢٢ وتسمى أيضاً الترفيل المقلوب inverted duplication للمنطقة (22pter).

الحدوث:

يقدر الباحثون حدوث متلازمة عين القطعة بما يقرب من ١/٥٠٠٠ إلى ١/١٥٠٠٠ من الأفراد. لكنها غالباً ما تبقى غير معروفة، ولما كانت الإصابة بهذه المتلازمة تبقى مجهولة



الشكل (٣): ترسيم تخطيطي يظهر الموقع النسبي بين الجينين PAX6 و WT1 في المنطقة المحذوفة في متلازمة WAGR.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

يُعد انعدام القرنية (الشكل ٤) الصفة المميزة الثابتة في الأشخاص المصابين بهذه المتلازمة وترافقها تظاهرات سريرية أخرى مثل شذوذات الأعضاء التناسلية الذكرية فقط (الشكل ٥). يظهر ورم ويلمز (ورم الخلايا الكلوية غير الناضجة أو غير المتمايزة) في المصابين بمرض WAGR بنسبة ٤٥-٥٧% بحسب الإحصائيات المتوفرة. ولذلك ينبغي فحص عيون جميع الذكور حديثي الولادة الذين لديهم شذوذات تناسلية، لتحري وجود انعدام القرنية أو نقص تنسجها. كما قد تظهر شذوذات عينية أخرى مثل الزرق glaucoma، سبّل القرنية corneal pannus، نقص تنسج النقرة fovea والعصب البصري، وتشكل الساد cataract.



الشكل (٤): صورة لعين شخص مصاب بمتلازمة WAGR يظهر فيها انعدام القرنية.

المبكر لضمان وصول الأطفال المصابين بمتلازمة عين القطعة لأقصى عمر ممكن.

الإنذار:

يختلف إنذار متلازمة عين القطعة من شخص إلى آخر. يموت بعض المصابين الذين يعانون من تشوهات شديدة في مرحلة الطفولة المبكرة. ومع ذلك، فإن معظم المصابين بمتلازمة عين القطعة لا ينخفض فيهم متوسط العمر المتوقع على نحو كبير.

٤- متلازمة ويليامز (Williams syndrome (WS

هي اضطراب وراثي نمائي عصبي نادر يصيب عدداً من أجهزة الجسم، ويتجلى بسحنة وجهية مميزة، وتشوهات قلبية، وفي النسيج الضام (مثل رخاوة المفاصل). وشذوذات نمائية ومعرفية (مشاكل في التعلم).

تُعرف هذه المتلازمة بأسماء متعددة منها متلازمة السحنة العفريتية مع فرط كالسيوم الدم Elfin facies with hypercalcemia، ومتلازمة ويليامز- بورن Williams-Beuren syndrome (WBS).

الحدوث:

تُقدر الدراسات الحديثة أن نسبة حدوث متلازمة ويليامز هي ١ لكل ٧,٥٠٠ - ١٠,٠٠٠ شخص.

السبب:

ينجم هذا الاضطراب عن خين دقيق فردي الزيفوت hemizygous يرواح طوله بين ١,٥ - ١,٨ ميغا أساس في المنطقة الصبغية 7q11.23 للصبغي السابع. ويضم هذا الخين بين ٢٦-٢٨ جيناً متجاوراً تقريباً. (الشكل رقم ٧). يحدث هذا الخين عند معظم الأفراد بشكل فردي، لكن سجلت بعض الحالات العائلية. أهم الجينات المخبونة هي جين (ELN (elastin، وجين LIM.K1، وجين RF.C2.



الشكل (٧): مخطط للصبغي ٧ يظهر المنطقة المخبونة في متلازمة WBS.

في بعض المصابين بها لعدم ظهور كل ملامحها فيهم فإن من الصعب تحديد التواتر الحقيقي للإصابة بها.

السبب:

لوحظ في الأشخاص المصابين بهذه المتلازمة صبغي صغير زائد يتألف من الذراع القصيرة ومن جزء من الذراع الطويلة للصبغي ٢٢، وبالتالي تنجم المتلازمة عن وجود ثلاث أو أربع نسخ من الجينات الموجودة في المناطق المتضاعفة - عوضاً عن نسختين كما هو عند الشخص الطبيعي.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

يظهر لدى بعض المصابين غياب بعض أنسجة العين غياباً جزئياً وتشمل القرنية والمشيمية و/أو الشبكية. يظهر هذا الغياب على شكل ثلاثة عامودية (الشكل ٦).



الشكل (٦): صورة امرأة مصابة بمتلازمة عين القطعة تظهر فيها ثلاثة القرنية في كلا العينين.

تتفاوت الأعراض والنتائج المصاحبة لهذه المتلازمة إلى حد كبير في مداها وشدتها حتى في الأشخاص المصابين من العائلة نفسها. تتمثل أغلب التظاهرات بتأخر النمو قبل الولادة، قصور عقلي متوسط، تشوهات في منطقة الجمجمة والوجه (قحفي وجهي)، تشوهات في القلب والكلى و/أو المنطقة الشرجية. وتكون الشقوق الجفنية مائلة للأسفل، مع فرط تباعد العينين و/أو عيوب عينية أخرى. كما يوجد تشوه في الأذنين وطفوة أو وهدة أمام الصيوان (preauricular tags and pits)، و/أو غياب (رتق) القناة الشرجية. وقد تشمل التظاهرات الإضافية عيوباً قلبية مختلفة، وتشوهات كلوية، وعيوباً هيكلية أخرى.

التشخيص:

تساعد الأعراض والتظاهرات السريرية في التوجه لتشخيص هذه المتلازمة، ولكن يعتمد التشخيص الدقيق على تقنية التهجين التآلفي في الموضع (FISH) لكشف الصبغي الزائد.

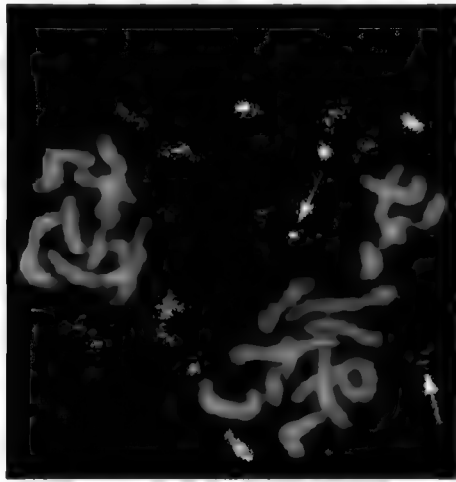
المعالجة والتدبير:

تتطلب حالة الولدان المصابين بهذه المتلازمة جراحة ملحة ولا سيما حالات الرتق الشرجية وحالات التشوهات القلبية المعقدة. ويتوجه تدبير هذا الاضطراب عموماً إلى الأعراض الخاصة بكل مصاب. والشئ المهم هو التدخل

يحدث البلوغ المبكر. وتحدث عيوب خلقية قلبية في ما يقرب من ٧٥% من المرضى. وقد يعاني بعض الأطفال المصابين بمتلازمة ويليامز تخلفاً عقلياً متوسطاً أو معتدلاً، وقد يكون ذكاء بعض الأطفال متوسطاً مع صعوبات شديدة في التعلم. وقد يظهر لدى بعض الأطفال المتقدمين في السن والبالغين مشاكل مفصلية تحد من مدى الحركة. كما قد تظهر لديهم شذوذات هيكلية مثل القعس lordosis، الحجاب kyphosis، الجنف scoliosis.

التشخيص:

إضافة إلى التشخيص السريري تؤكد الإصابة بالتشخيص الجيني بتقنية التهجين التآلفي في الموقع Fluorescence in situ hybridization (FISH) (الشكل ٩).



الشكل (٩): استخدام تقنية التهجين التآلفي في الموقع FISH في التشخيص الدقيق لمتلازمة ويليامز.

يظهر الصبغي ٧ الطبيعي غير المخبون موسوماً بإشارتي تهجين، الإشارة الأولى تؤكد وجود جين ELN (السهم الأحمر) والإشارة الثانية جين شاهد في المنطقة نفسها، السهم الأخضر). ونلاحظ أن الصبغي ٧ الثاني لا يحوي سوى إشارة الجين الشاهدة مع جين ELN.

المعالجة والتدبير:

لا يوجد علاج شافٍ لمتلازمة ويليامز، ويشمل التدبير وضع الأطفال الذين لديهم مستويات عالية من الكلسيوم في الدم على حمية غذائية تحد من تناول فيتامين D، كما يجب تحديد كميات الكلسيوم الداخلة للجسم. ويعالج الأطفال المصابون بضرط كلسيوم شديد في الدم بعقار الكورتيكوستيرويد (بريدنيزون) مؤقتاً، إذ إن مستويات الكلسيوم تعود عادة إلى وضعها الطبيعي بعد سن ١٢ شهراً. استشارة قلبية لتحديد شدة العيوب الخلقية في القلب ومكانها ومعالجتها جراحياً إذا اقتضى الأمر.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تتميز متلازمة ويليامز بطيف واسع من الأعراض والصفات الجسدية التي تختلف اختلافاً كبيراً حتى بين أفراد الأسرة الواحدة.

يبدى بعض الأطفال المصابين انخفاض الوزن حين الولادة، صعوبة الإطعام، فشل النمو. ويشيع القيء والغثيان والإسهال والإمساك في مرحلة الطفولة. وقد يكون في الرضع المصابين فرط كلسيوم الدم مما يؤدي إلى فقد الشهية، والتهيج، والارتباك، تعود مستويات الكلسيوم إلى وضعها الطبيعي في سن ١٢ شهراً. ولكن قد تستمر في بعض الحالات، حتى مرحلة البلوغ. ويكون طول معظم المصابين أقل من المعدل الوسطي للطول في سني بلوغهم.

يتصف حديثو الولادة المصابون بمتلازمة ويليامز بملامح وجهية تشبه وجه العفريت بسبب صغر الرأس وامتلاء الخدين والجيبة الواسعة، والانتفاخ حول العينين والشفيتين، وانخفاض جسر الأنف، والأنف الكبير و/أو الضم الكبير المتبارز. وقد تشمل السمات الإضافية عالية الموق epicanthal folds، الذقن الصغيرة المدببة، والأذان البارزة، و/أو النثرة philtrum الطويلة وشذوذات سنية تشمل تشوه الأسنان وصغرها (microdontia)، وسوء الإطباق (الشكل ٨).

قد يتأخر التطور الحركي (كالجلوس والمشي) و/أو تتأخر المهارات الحركية الكبيرة أو الدقيقة (التقاط شيء)، كما قد



الشكل (٨): طفل مصاب بمتلازمة ويليامز. لاحظ الجيبة العريضة، امتلاء الخدين، النثرة الطويلة.



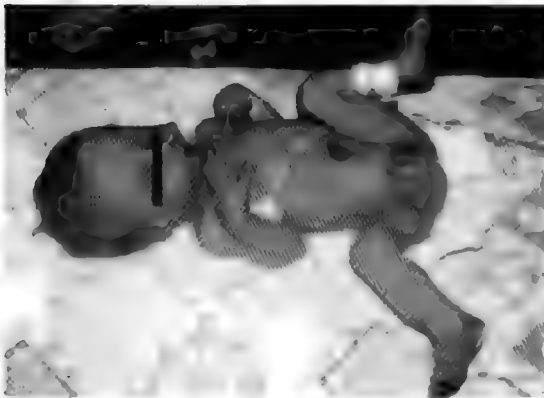
الشكل (١٠): مخطط للصبغي الأبوي ١٥ يظهر المنطقة المسؤولة عن تطور متلازمة برادر-ويلي.

جميع المصابين. وتحدث الأعراض عادة بأطوار متعددة يمكن تفصيلها كما يلي:

• قبل الولادة:

قد تلاحظ الحوامل ضعف حركة الجنين. ولذلك يجب حين يلاحظ انخفاض في نشاط الجنين إرسال عينات من الزغابات المشيمائية (chorionic villus sampling) للفحص الوراثي الخلوي قبل الولادة والتركيز على التشخيص الجزيئي المتعلق بهذه المتلازمة.

• فترة حول الولادة: Perinatal (الشكل ١١).



الشكل (١١): وليد مصاب بمتلازمة برادر-ويلي. لاحظ نقص التوتر العضلي.

يكون الأطفال حديثو الولادة المصابون بهذه المتلازمة مصابون بنقص توتر عضلات الجسم بدرجة كبيرة

الإنذار:

يعاني نحو ٧٥% من المصابين بمتلازمة ويليامز والإعاقة الذهنية. ومعظم المصابين لا يعيشون طويلاً نظراً للمشاكل الطبية المختلفة والمضاعفات المحتملة التي قد تقصر من أعمار بعض الأفراد. وتشمل هذه المضاعفات ما يلي: ترسب الكلسيوم المفرط في الكلى وما ينجم عنه من مشاكل كلوية، فشل القلب وآلام بطنية شديدة. وعموماً يختلف الإنذار بين المصابين فبعضهم قادر على العمل على نحو مستقل، وإنهاء التعليم الأكاديمي أو المهني والعيش في بيوت تحت الرعاية أو في بيوت بمفردهم.

• متلازمة برادر-ويلي (Prader-Willi syndrome (PWS

متلازمة برادر-ويلي هي اضطراب وراثي معقد يسبب ضعف التوتر العضلي، وقصر القامة، ومشاكل سلوكية، وشعوراً مزمناً بالجوع الذي يقود بدوره إلى إفراط كبير في الطعام ومن ثم سمنة مهددة للحياة وداء السكري من النمط الثاني.

الحدوث:

تصيب متلازمة برادر-ويلي الذكور والإناث على حد سواء بنسبة واحدة وفي كل الإثنيات والمناطق الجغرافية في العالم. وتقدر نسبة حدوثها بنحو ١ لكل ١٠,٠٠٠-٣٠,٠٠٠ شخص في العالم.

السبب:

السبب في ٧٠% من الحالات خين في المنطقة 15q11.2-q13 من الصبغي الأبوي، (الشكل ١٠).

وفي ٢٥% من الحالات وراثية نسختين من الصبغي 15 الأمومي وغياب الصبغي الأبوي غياباً كاملاً ويقال عن هذا ثنائية الصبغي ١٥ الأمومي maternal uniparental disomy، وتكون المنطقة 15q11.2-q13 في كلا الصبغيين الأموميين غير فعالة نتيجة ظاهرة الختم المجيني. أما في الـ ٥% المتبقية من الحالات فيكون السبب فقد وظيفة الجينات الموجودة في المنطقة 15q11.2-q13 من الصبغي الأبوي بسبب طفرة في جين مركز الختم المسؤول عن عملية الختم المجيني للصبغي 15.

أهم الجينات المخبونة أو المعطوبة في الصبغي ١٥ الأبوي في المصابين بمتلازمة برادر-ويلي هي جين SNRPN و جين NECDIN وتعتقد جينات clustering small nucleolar RNAs.

التظاهرات السريرية:

الأعراض: تختلف أعراض متلازمة PWS وشدها من شخص إلى آخر، وليس من الضروري ظهور كل الأعراض في

متلازمة برادر- ويلي

المعالجة والتدبير:

تهدف المعالجة تخفيف حدة أعراض المرض. في مرحلة الطفولة المبكرة يجب البدء بالعلاجات الفيزيائية لتحسين القوة والتوتر العضلي والتأكيد على ممارسة النشاط البدني، كما يجب مراقبة واداء الطفل الغذائي للوقاية من السمنة المفرطة. تتم المعالجة الداعمة بحقن هرمون النمو لتحسين النمو الطبيعي السليم وزيادة الكتلة العضلية والتقليل من الشره نحو الطعام ومن السمنة الزائدة. وتعد جلسات تحسين النطق والكلام والدعم المهني أساسية وجزءاً هاماً من خطة المعالجة مع الانتباه خاصة لفترة الانتقال من الطفولة إلى البلوغ تحت إشراف طبيب متخصص.

الإنذار:

يُقدر نسبة الوفيات ٣٪ سنوياً. وقد يصل المصابون إلى مرحلة البلوغ إذا تلقوا المعالجة والتدبير والدعم اللازم منذ الصغر كما يمكنهم العمل وممارسة النشاط اليومي.

٦- متلازمة أنجلمان (AS) Angelman syndrome

تتميز هذه المتلازمة بتأخر النمو تأخراً شديداً وصعوبات في التعلم، وغياب الكلام غياباً تاماً أو شبه تام مع عدم القدرة على تنسيق الحركات الإرادية (ترنح ataxia)، رعاش tremulousness وحركات تشنجية في الذراعين والساقين، ونمط سلوكي يتميز بمظهر سعيد جداً ونوبات متكررة وغير مبررة من الضحك والابتسام.

الحدوث:

تصيب متلازمة AS الذكور والإناث على حد سواء. ويقدر انتشارها بما يقرب من ١ لكل ١٢٠٠٠-٢٠٠٠ شخص في عموم السكان. ومع ذلك، قد لا يشخص كثير من الحالات مما يجعل من الصعب تحديد انتشار هذه المتلازمة تحديداً دقيقاً.

السبب:

• ينجم نحو ٧٠٪ من الحالات عن حذف الجين UBE3A المتوضع في العصابة ١٥ من الصبغي ١٥ الأمومي، (ينظر الشكل ١٣).

• وتنجم ٢٠-٢٥٪ من الحالات طفرة في جين UBE3A أو في جينات أخرى غير محددة.

• ووراثية زوج الصبغي ١٥ من الأب paternal uniparental disomy هو المسؤول عن ١-٢٪ من الحالات. إذ يرافق غياب الصبغي ١٥ الأمومي عدم وجود أي تعبير للجين UBE3A في خلايا الدماغ مما يؤدي إلى ظهور هذه المتلازمة (الشكل ١٤).

Hypotonia، قد يسبب لديهم حالة الاختناق asphyxia بسبب عدم القدرة على التنفس تنفساً طبيعياً. ويكون هؤلاء الأطفال ناقصي النمو نقصاً متوسط الشدة. كما يعانون من ضعف المنعكسات hyporeflexia، وصعوبة التغذية بسبب نقص منعكسات البلع والمص ولذلك لا بد من أن يتلقى هؤلاء الأطفال إطلاماً عن طريق التزقيم tube feeding لمدة ٤ أشهر من العمر.

• سن الرضاع والطفولة: (الشكل ١٢).

ييدي الأطفال المصابون منذ سن ١٢ شهراً وما فوق شهراً للطعام غير قابل للضبط يستمر حتى البلوغ. مما يسبب مشاكل جسدية (زيادة الوزن المفرطة) ومشاكل نفسية (تطوير سلوك تخزين الطعام). ولعظم الأطفال المصابين شكل مميز يتجلى بعيون لوزية الشكل وضيق القطر بين الصدغين وانحراف زاويتي الفم للأسفل وحول. وتكون الأعضاء التناسلية ناقصة التنسج ما يؤدي إلى عدم ظهور الصفات الجنسية الثانوية. كما قد يعاني المريض اختلال القدرات العقلية والإدراكية اختلالاً خفيفاً إلى متوسط، ومشاكل في الكلام وتأخراً في النطق واضطرابات في النوم وتأخراً في التطور الحسي الحركي وظهور الجنف scoliosis.



الشكل (١٢): طفل عمره ١٠ سنوات مصاب بمتلازمة برادر- ويلي. لاحظ العينين اللوزيتين السمنه اليدين الصغيرتين.

• البلوغ Adulthood

إضافة إلى الأعراض السابقة، يعاني المصابون في مرحلة البلوغ من العقم (كلا الجنسين)، والسمنة، والاستعداد للإصابة بالسكري.

التشخيص:

يؤكد التشخيص بواسطة تقنية التهجين التآلي في الموضع FISH الخاصة بمتلازمة برادر- ويلي. ويمكن لاختبار مثيلة الـ DNA تحديد ٩٩٪ من حالات



الشكل (١٥): يؤدي الشذوذ في مركز الختم المجهني إلى تعطيل الجين UBE3A على الصبغي الأمومي ١٥ في خلايا الدماغ وظهور متلازمة AS.

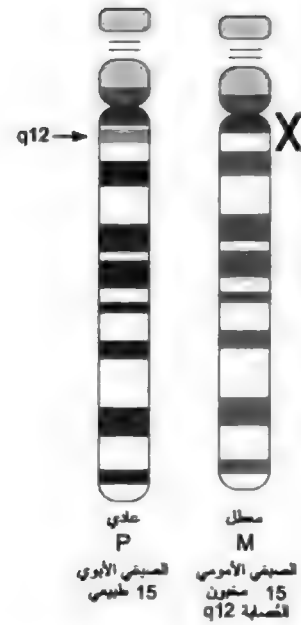
الأعراض والتظاهرات السريرية:

لا تكون الصفات المميزة لمتلازمة AS ظاهرة حين الولادة ويبدأ الأطفال المصابون بإظهار تأخر التطور، مثل عدم القدرة على الجلوس من دون مساعدة أو عدم إصدار أصوات المكاغة، وربما عدم القدرة على الكلام ابداً فيما بعد. ومع ذلك، يكون معظم الأطفال المصابين قادرين على التواصل باستخدام الإيماءات والإشارات. كما تتأثر حركة الأطفال المصابين، فقد يكون لديهم صعوبة في المشي وقد ترتعش أذرعهم وتظهر فيها حركات نفضية، وقد تكون أرجلهم أكثر صلابة من المعتاد. وفي نحو السنتين من العمر، يلاحظ صغر الرأس مع تسطح القذال microbrachycephaly وتظهر في هذه الفترة من العمر نوبات صرعية.

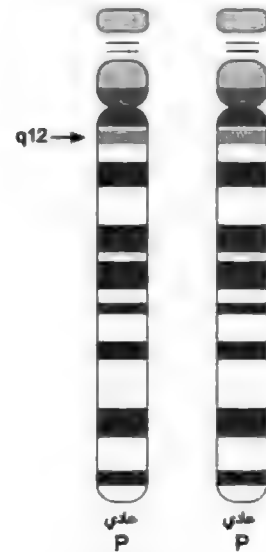
يبيد الأطفال المصابون بمتلازمة AS مظهراً وسلوكاً انفعالياً يترافق مع كثرة الضحك والابتسام وحركات اليدين



الشكل (١٦): صورة لطفلة مصابة بمتلازمة AS تُظهر السمات الوجهية المميزة (الوجه السعيد جداً) وحركات اليدين النفضية.



الشكل (١٣): ينجم ٧٠٪ من حالات متلازمة AS عن حذف الجين UBE3A من الصبغي الأمومي ١٥ في العُصابة q12.



الشكل (١٤): ينجم ٣٪ من حالات متلازمة AS عن غياب من الصبغي الأمومي ١٥ ووجود صبغين أبويين ١٥ لا يُعبر فيهما عن الجين UBE3A في خلايا الدماغ.

• والخلل في مركز الختم المجهني imprinting center defect مسؤول عن ٢-٤٪ من حالات هذه المتلازمة. وهو تسلسل صغير من الدنا يتوضع في العُصابة q12 من الصبغي الأمومي ١٥. يضبط هذا المركز تفعيل الجين UBE3A على الصبغي الأمومي ١٥ أو تعطيله، ويسبب وجود شذوذ أو خلل في هذا المركز بتعطيل الجين UBE3A في خلايا الدماغ وظهور متلازمة AS، (الشكل ١٥).

متلازمة إبهام اليد وإبهام القدم العريضتين - broad thumb hallux syndrome متلازمة روينشتاين.

الحدوث:

هذه المتلازمة قليلة الشيوع وتحدث بنسبة متساوية بين الذكور والإناث وتقدر نسبة حدوثها بـ ١ لكل ١٠٠,٠٠٠ إلى ١ لكل ١٢٥,٠٠٠ بين حديثي الولادة.

السبب:

تنجم عن خبن دقيق في الذراع القصيرة للصبغي ١٦ في المنطقة 16p13.3 وعن فقد عدة جينات من بينها جين CREBBP. ينتج هذا الجين بروتيناً يساعد على ضبط فعالية عدة جينات، ويسمى البروتين الرابط، لبروتين CREB CREB-Binding Protein (CREBBP). يقوم CREBBP بدور هام في تنظيم النمو والانقسام الخلوي وهو أساسي للنمو الجنيني السوي.

ويُعد حدوث طفرة (وليس خبناً) في جين CREBBP مسؤولاً عن حدوث بعض حالات متلازمة RSTS.

كما تنجم حالات قليلة من هذه المتلازمة RSTS عن طفرة في جين EP300، المتوضع على الذراع الطويلة للصبغي ٢٢ في المنطقة 22q13.2 الذي له دور مماثل للجين CREBBP.

الأعراض والتظاهرات السريرية: (الشكل ١٧)

صغر الرأس، عرض الجبهة، شق جفني مائل للأسفل، تباعد العينين، كثافة الحاجبين أو حدة تقوسهما، طول الأهداب، تبارز الأنف مع هبوط العميدة تحت جناحي الأنف،



الشكل (١٧): طفل مصاب بمتلازمة روينشتاين-طبيبي.

Hand-flapping movements، الشكل ١٦. وقد تتضمن الأعراض الشائعة حالات فرط النشاط ونقص الانتباه، وحالات الانبهار بالماء، والحوّل. تبقى في الأطفال مشاكل الإعاقة الذهنية، وضعف الخطاب الشديد، ونوبات صرعية طوال حياتهم. أما البالغون الذين يعانون من متلازمة أنجلمان فيكون لديهم سمات وجهية مميزة توصف بالخشنة. وتشمل الميزات الأخرى الشائعة البشرة والشعر فاتح اللون والجنف. العمر المتوقع للأشخاص البالغين الذين يعانون هذه الحالات طبيعي تقريباً.

التشخيص:

يؤكد التشخيص بواسطة تقنية التهجين في الموضع التآلفي FISH كما يمكن بطريق فحص متيلة الدنا كشف نحو ٨٠-٨٥٪ من المصابين بمتلازمة أنجلمان. وتكشف البقية بطريق التحليل الجزيئي.

المعالجة والتدبير:

من الضروري أن يتلقى الأطفال المصابون بهذه المتلازمة معالجة خاصة للمشاكل الجسدية والسلوكية المتصلة بهذا الاضطراب. تكون معظم نوبات فرط النشاط صعبة العلاج بالأدوية المضادة ويكون دور هذه الأدوية التخفيف من هذه النوبات فقط. ويمكن استخدام الأدوية للمساعدة على النوم. عند ظهور الجنف أو غيره من مشاكل العظام أو المفاصل، يجب مراجعة جراح العظام. ويجب مراقبة النظام الغذائي في الأطفال الأكبر سناً الذين لديهم ميل للسمنة.

الإنذار:

يعاني معظم المصابين بمتلازمة AS تأخراً شديداً في النمو وقصوراً في الكلام وصعوبات في الحركة. تصبح سمات الوجه أكثر وضوحاً في مرحلة البلوغ. وتنخفض القدرة على التحرك في كثير من الأحيان كلما تقدم الفرد في السن. وعموماً يكون عمر الأفراد المصابين بمتلازمة أنجلمان طبيعياً ولكنهم غير قادرين على العيش بصورة مستقلة، ويتمتعون بصحة جيدة نسبياً باستثناء النوبات الصرعية.

٧ - متلازمة روينشتاين - طبيبي Rubinstein-Taybi syndrome (RSTS).

تتميز بتشوهات خاصة في الوجه، وإبهام عريض broad thumbs وتأخر النمو، وقصر القامة وإعاقة ذهنية. وصف هذا الاضطراب أول مرة في عام ١٩٦٣ الدكتور Jack Rubinstein والدكتور Hooshang Taybi في سبعة أطفال لا يوجد بينهم صلة قررى.

يُعرف هذا الاضطراب بأسماء أخرى أشهرها:

الحدوث:

يقدر انتشار متلازمة ALGS بـ ١ لكل ٧٠٠٠٠ من حديثي الولادة. ويستند هذا الرقم على تشخيص أمراض الكبد في الأطفال الرضع، وقد يكون الرقم أكبر من هذا لأن بعض المرضى لا تظهر لديهم إصابة الكبد في مرحلة الطفولة.

السبب:

نصف الحالات فردية والنصف الآخر سائد مع نقص انتفاذ وتغير في التعبيرية.

تنجم متلازمة ALGS في أكثر من ٩٠٪ من الحالات، عن طفرات في الجين JAG1. وتنجم في ٧٪ من الإصابات عن خبن دقيق في المادة الوراثية على الصبغي ٢٠ وتحديدًا في المنطقة 20p12.2 التي تشمل الجين JAG1. وفي عدد قليل من المصابين بمتلازمة ALGS، تكون الطفرات في جين آخر يدعى NOTCH2. تقدم الجينات JAG1 و NOTCH2 تعليمات لصنع البروتينات التي تعمل معاً في سبيل نقل الإشارات بين الخلايا المجاورة في أثناء النمو الجنيني والمسمى السبيل NOTCH. تؤثر هذه الإشارات في كيفية استخدام الخلايا لبناء هيكل الجسم في الجنين النامي. وإن أي تغييرات شاذة في الجين JAG1 أو الجين NOTCH2 تعطل سبيل نقل الإشارات NOTCH. ونتيجة لذلك، قد تحدث أخطاء في أثناء التطور، خصوصاً التي تؤثر على القنوات الصفراوية والقلب والعمود الفقري، وبعض ملامح الوجه.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تختلف أعراض متلازمة ALGS وشدها اختلافاً كبيراً من شخص إلى آخر، وحتى بين أفراد مصابين من عائلة واحدة. فقد تكون في بعض المرضى خفيفة في حين تكون في بعضهم شديدة مع مضاعفات تصل لدرجة تهدد الحياة. يكون لدى معظم المصابين مرض كبدي شديد تتظاهر أعراضه ببقان وضعف نمو في غضون الأشهر الثلاثة الأولى من العمر. وفيما بعد يكون هناك ببقان مستمر، حكة شديدة، وأورام صفراوية في الجلد xanthomas وضعف نمو خلال مرحلة الطفولة المبكرة وفي كثير من الأحيان، يستقر المرض بعمر بين خمسة وثمانية أعوام مع تحسن الأعراض.

ومن الأعراض المميزة التي تساعد على إثبات التشخيص، وجود تشوهات في القلب والأوعية الدموية، والعمود الفقري والعين والكلى. تتضمن إصابة القلب نموذجياً تضيق الشريان الرئوي أو تشوهاً خلقياً شديداً في القلب. وقد تبدو عظام العمود الفقري في كثير من الأحيان بالأشعة السينية

قصر القامة، عرض السلااميات القاصية في إبهام اليد والقدم، شعرانية hirsutism، تشوهات وعيوب قلبية تحتاج إلى تدخل جراحي، إعاقة ذهنية، نوبات صرع، تطور بطيء في المهارات المعرفية، تطور بطيء في المهارات الحركية يرافقه نقص المقاومة العضلية، شذوذات بولية تناسلية.

التشخيص:

تشخيص متلازمة RSTS سريري في المقام الأول. وحين تظهر في التشخيص صفات غير نمطية أو شديدة، يجب إجراء الاختبارات الجينية.

يكون شذوذ الكروموسومات في بعض الأحيان اختباراً وراثياً خلوياً منوالياً ولكن التشخيص الوراثي الدقيق لمتلازمة RSTS يتطلب اختبار اثنين من الجينات المعروفة التي تتوافق مع RSTS.

المعالجة والتدبير:

ليس ثمة علاج محدد لـ RSTS. قد يحسن التدخل الجراحي من أجل إصلاح العظام في الإبهام أو أصابع القدم وضعية قبضة اليد أو يخفف من الانزعاج.

يتطلب الطيف الواسع من المظاهر السريرية تدبيراً خاصاً بكل مريض. وقد اقترحت خطة تدبير شاملة تقوم على مبدأ تقييم وتداخل متعدد ومنظم. يشمل تقييم السمع، وتقييم العيون والعظام، وكذلك مخطط صدى القلب والموجات فوق الصوتية للكلية. وفي السنة الأولى من الحياة يجب الاهتمام بمشاكل التغذية، تضيق القناة الدمعية، والعيوب الخلقية في القلب وزرق العين. ويجب الاهتمام بالعلاج النفسي وعلاج النطق والتعليم لذوي الاحتياجات الخاصة. كما أن أسر الأطفال تحتاج إلى قدر كبير من الدعم ويجب أن يكون كل تدخل علاجي منسقاً بعناية فائقة والمراجعة دورية.

الإنذار:

توقع الحياة في المصابين بمتلازمة RSTS طبيعي.

٨- متلازمة الاجيل (Alagille syndrome (ALGS

تتألف المتلازمة من ركود صفراوي مزمن ناجم عن ندرة الأقنية الصفراوية بين الفصيصية، إضافة إلى تضيق محيطي في الشرايين الرئوية (تشوه القوس الفقرية يشبه الفراشة) وقوس قرنية embryotoxon خلفي ووجه غريب. لمتلازمة ALGS أسماء أخرى مثل متلازمة الاجيل-واتسن (Alagille-Watson syndrome (AWS، خلل التنسج الكبدي الشرياني (Arteriohepatic dysplasia (AHD، ركود صفراوي مع تضيق رئوي محيطي cholestasis with peripheral pulmonary stenosis. تتبع هذه المتلازمة نمط الوراثة

التوصية بأن الطفل لا يجب أن يوضع على نظام غذائي منخفض الدهون.

لا يوجد في الوقت الحاضر أي إجراء طبي يمكنه تصحيح فقد القنوات الصفراوية داخل الكبد. يحدث في ٢٠ إلى ٣٠٪ من المرضى تليف الكبد (تشمع) وقد يصل إلى مرحلة فشل الكبد، وهنا لا بد من زرع الكبد.

الإنذار:

متوسط العمر الإجمالي المتوقع للأطفال المصابين بمتلازمة الأجيل غير معروف، ولكن يعتمد على عدة عوامل: شدة التليف في الكبد و/أو الحاجة لزرع الكبد، ووجود مشاكل في القلب أو الرئة التي تتطور بسبب تضيق الشريان الرئوي. يكون العديد من البالغين قادرين على عيش حياة طبيعية.

٩- متلازمة الخين 1p36 deletion syndrome

اضطراب وراثي ينجم عن خين قطعة صغيرة من المادة الجينية في طرف الذراع القصيرة للصبغي ١. تُعرف هذه المتلازمة أيضاً باسم أحاد الصبغي 1p36 (Monosomy 1p36). وتسبب عيوباً خلقية وتغيرات في المظهر الجسدي وإعاقة ذهنية بدرجات متفاوتة.

الحدوث:

يرأوح حدوث هذه المتلازمة بين ١ لكل ٥٠٠٠ إلى ١ لكل ١٠٠٠٠ طفل حديث الولادة، وقد تكون النسبة أكبر لأن بعض الأفراد غير مشخصين.

السبب:

تنجم معظم حالات متلازمة الخين 1p36 عن خين جديد في المنطقة القاصية من الذراع القصيرة من الصبغي ١. تراوح أماكن نقاط الخين بين الموقعين 1p36.13 و 1p36.33 وبحجم وسطي يراوح بين ١,٥ ميغا أساس و ١٠ ميغا أساس.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

يعاني المرضى من فشل نمو يبدأ بعد الولادة، وسمنة، وتخلفاً عقلياً وخيماً في معظم الحالات ويكون العجز عن الكلام واضحاً أكثر من العجز الحركي واضطرابات سلوكية كتغير المزاج وإيذاء الذات، كما يعاني المصابون نقصاً في توتر العضلات hypotonia وعسر بلع dysphagia. ويكون الرأس صغيراً وقصيراً microbrachycephaly. واليا فوخ الأمامي واسعاً متأخر الانغلاق والعينان غائرتان مع حاجبين مستقيمين، ويحدث نقص تنسج منتصف الوجه midface hypoplasia، مع أنف مسطح وعريض، النثرة philtrum (المنطقة بين الأنف والضم) طويلة والدقن مدبب (الشكل ١٨).

على شكل أجنحة فراشة، لكن هذا لا يسبب أي مشاكل. وهناك أيضاً مظهر وجه مميز مكون من جبهة بارزة عريضة، عيون غائرة ومتباعدة وأنف طويل مستقيم وفك سفلي ناقص النمو.

تبدي الغالبية العظمى من الأطفال المصابين شذوذاً في العينين يتمثل في وجود خط دائري إضافي على سطح العين (قوس قرنية embryotoxon) يمكن كشفه بواسطة المصباح الشقي.

التشخيص:

وصفت متلازمة الأجيل أول مرة في الأدب الطبي الإنكليزي في عام ١٩٧٥، وأصبحت تُشخص الآن على نحو أكثر تواتراً بين الأطفال الذين يعانون أشكالاً من الأمراض المزمنة في الكبد. يمكن أن يتم التشخيص مبدئياً عن طريق الفحص المجهرى لعينات خزعات الكبد للتأكد من القنيات الصفراوية وعمل الكبد، تصوير العمود الفقري بالأشعة السينية. ولا بد من تأكيد التشخيص بالاختبارات الجينية التي تكشف عن وجود طفرات أو خين في الجين JAG1 أو طفرات في الجين NOTCH2H. ومع ذلك، فإن قلة من المصابين بمتلازمة الأجيل، لا تكشف الاختبارات الجينية فيهم وجود خلل في الجينين المذكورين أعلاه.

المعالجة والتدبير:

علاج متلازمة الأجيل دوائي في المقام الأول. ويقوم على محاولة زيادة تدفق الصفراء من الكبد والحفاظ على نمو وتطور طبيعيين، وتصحيح أي من أوجه النقص الغذائية الخاصة التي غالباً ما تتطور.

يكون تدفق الصفراء من الكبد إلى الأمعاء بطيئاً في متلازمة الأجيل، ولذلك توصف كثيراً الأدوية التي تزيد تدفق الصفراء إذ إن هذه الأدوية قد تقلل من أذية الكبد وتحسن هضم الدهون والفيتامينات الذوابة في الدسم.

يمكن التخفيف من الحكة الناجمة عن تراكم الصفراء في الدم والجلد باستعمال الأدوية مثل Ursodeoxycholic acid و cholestyramine. تستجيب أيضاً مستويات الكوليسترول المرتفعة في الدم للأدوية التي تزيد تدفق الصفراء، إذ تؤدي المستويات المرتفعة للكوليسترول في الدم إلى ترسبات صفراء صغيرة تعرف بالأورام الصفراوية Xanthomas.

على الرغم من أن انخفاض تدفق الصفراء إلى الأمعاء يؤدي إلى سوء هضم الدهون الغذائية، فإن الدهون الثلاثية متوسطة السلسلة تهضم جيداً فتمتص عادة ما يؤدي إلى

التألقي في الموضع FISH باستخدام مسابير probes خاصة بمنطقة الخبن 1p36، والقسيم الطرفي للذراع القصيرة للصبغي ١، وتقنية مصفوفة التهجين المجيني المقارن array comparative genomic hybridization (aCGH) الخاصة بهذا الخبن. وتقيم تشوهات القلب وعيوب الدماغ ومشاكل العين والسمع والهيكل العظمي بالوسائل الخاصة لكل منها.

المعالجة والتدبير:

يجب أن يكون تدبير هذا الاضطراب من عدة أوجه وتخصصات طبية مع التشديد على المتابعة المنتظمة. يُساعد التشخيص المبكر على الوصول إلى علاجات وإعادة تأهيل خاصة بكل مصاب تركز على التطور الحركي والإدراك والتواصل والمهارات الاجتماعية.

الإنذار:

تختلف شدة متلازمة الخبن 1p36 بين الأفراد المصابين. ويبدو أن النوبات والمشاكل الطبية الأخرى تتحسن مع مرور الوقت. يظل المرضى بحاجة إلى الاعتماد على الآخرين في معظم أنشطة الحياة اليومية، ولا بد من الدعم الطبي في جميع مراحل الحياة. يعيش عادة الأفراد المصابون بمتلازمة الخبن 1p36، ويصلون إلى مرحلة البلوغ ويتابعون حياتهم.



الشكل (١٨): طفل مصاب بمتلازمة الخبن 1p36. لاحظ النثرة الطويلة والذقن المدببة .

وقد يعاني الأفراد المصابون مشاكل في الرؤية والسمع. ولدى بعض المصابين تشوهات في الهيكل العظمي والقلب والجهاز الهضمي والكلى والأعضاء التناسلية.

التشخيص:

يؤكد التشخيص بالتقنيات الجزيئية، مثل التهجين

الأمراض الوراثية الأحادية الجين الصبغية الجسدية السائدة

رامي جرجور

أما انتباز العدسة ectopia lentis (الشكل ٣) فهو السمة المميزة لمتلازمة مارفان، ولكنه يحدث في نحو ٦٠٪ من المصابين فقط. وقد يحدث الساد في سن البلوغ، كما تكثر الإصابة بالزرق في الأشخاص المصابين بمتلازمة مارفان مقارنة بغير المصابين بها.

٤- أعراض الجهاز التنفسي:

قد تحدث الفقاعات الرئوية Lung bullae في الفص العلوي خاصة، وقد يؤهب ذلك لاسترواح الصدر العفوي spontaneous pneumothorax.

٥- أعراض الجهاز العصبي:

قد يتسع الكيس السحائي في المنطقة القطنية العجزية (توسع الجافية dural ectasia)؛ مما قد يؤدي إلى تآكل العظام وانضغاط الأعصاب. وتشمل الأعراض الآلام في أسفل الظهر، وفي الجزء الداني من الساق، والضعف والخدر فوق الركبتين وتحتيهما، والألم في منطقة الأعضاء التناسلية والمستقيم.

الأسس الوراثية

تنجم متلازمة مارفان عن مجموعة متنوعة واسعة من الطفرات في جين الفيبرلين-١ (FBN1) fibrillin-1 الموجود على الصبغي ١٥q21.١. ويرتبط الفيبرلين-١ بغيره من بروتينات الفيبرلين-١ ويجزيئات أخرى لتكوين شعيرات خيطية تسمى اللييفات الميكروية microfibrils. تصبح اللييفات الميكروية جزءاً من الألياف fibers التي توفر القوة والمرونة للأنسجة الضامة. إضافة إلى ذلك تخزن اللييفات الميكروية جزيئات تسمى عوامل النمو تطلقها في أوقات مختلفة للسيطرة على النمو وإصلاح الأنسجة والأعضاء في جميع أنحاء الجسم. ويمكن أن تقلل الطفرات في جين FBN1 من كمية الفيبرلين-١ الفعال والمتاح لتشكيل اللييفات الميكروية الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض تشكيلها، ونتيجة لذلك يتم إطلاق عوامل النمو على نحو زائد وتنتقص المرونة في العديد من الأنسجة، مما يؤدي إلى فرط نمو الأنسجة وعدم استقرارها.

التشخيص

تشخص متلازمة مارفان سريرياً اعتماداً على القصة العائلية والموجودات المميزة في أجهزة الجسم المتعددة. تعطى أهمية خاصة لانتباز العدسة ولأم الدم الأبهرية في تشخيص متلازمة مارفان لأنها نوعية للمرض ولأهميتها السريرية. إن

الأمراض المتعدية السائدة

أولاً - متلازمة مارفان Marfan syndrome

اضطراب وراثي في النسيج الضام يقدر حدوثه عالمياً بنحو ١/٣-١/١٠٠٠.

الأعراض السريرية

تختلف علامات متلازمة مارفان وأعراضها اختلافاً كبيراً في شدتها وموعد بدايتها وسرعة سيرها. هناك أكثر من ٣٠ علامة وعرضاً مختلفاً مرتبطاً بمتلازمة مارفان. لكن أهم عرضين أساسيين للمتلازمة هما مشاكل الرؤية الناجمة عن انتباز العدسة في إحدى العينين أو في كليتهما، وعيوب الأوعية الدموية الكبيرة ولاسيما الشريان الأبهر.

١- أعراض الجهاز الهيكلي:

يتميز الهيكل العظمي في المصابين بمتلازمة مارفان بازدياد النمو الخطي في العظام الطويلة وبرخاوة المفاصل، ويكون المصابون طوال القامة ونحيلين (الشكل ١)، وتكون أصابع اليدين والقدمين طويلة (عنكببية الأصابع arachnodactyly)، والمسافة بين نهايتي الذراعين الممدودتين أكثر من طول الجسم. من المهم ملاحظة أن المصابين بمتلازمة مارفان ليسوا بالضرورة طوال القامة وفقاً للمعايير السكانية؛ وإنما هم أطول مما كان متوقعاً من حيث خلفيتهم الوراثية genetic background. يؤدي اجتماع فرط نمو العظام ورخاوة المفاصل إلى علامات الإبهام والرسغ المميزة لهذه المتلازمة (الشكل ٢).

قد يؤدي دوران الوجه الإنسي للكاحل نحو الداخل إلى أقدام مسطحة pes planus. تشمل الميزات الأخرى الشائعة الوجه الطويل والضيّق والأسنان المترابكة والجنف أو الحُدَاب والصدر المقعر أو صدر الحمامة (الصدر الجوّجوي) pectus carinatum.

٢- أعراض الجهاز القلبي الوعائي:

تشمل المظاهر القلبية والوعائية توسع الشريان الأبهر على مستوى جيوب فلسالفا sinuses of Valsalva، والتأهب لتمزق الأبهر، وتدلي الصمام التاجي مع قلس أو من دونه، وتدلي الصمام ثلاثي الشرف، وتوسع الشريان الرئوي الداني.

٣- الأعراض العينية:

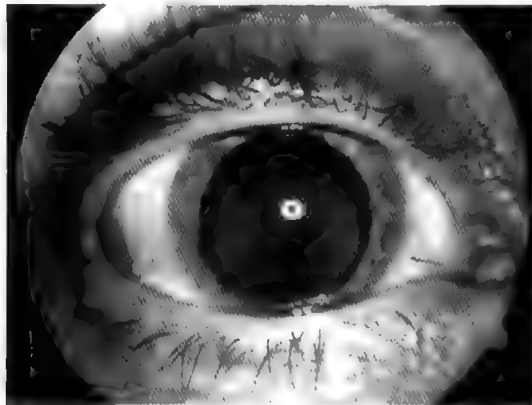
يعاني معظم المصابين بمتلازمة مارفان من حسر النظر.



الشكل (١): امرأة مصابة بمتلازمة مارفان



الشكل (٢): الرسغ واليدين في مصابين بمتلازمة مارفان



الشكل (٣): انتباذ العدسة ectopia lentis في متلازمة مارفان

العديد من الأعراض كلما تقدم المريض بالعمر وحدثت لديه التغيرات الهرمونية. يجب الشك بتشخيص الورم الليفي العصبي (النمط ١) حين وجود اثنين أو أكثر من المعايير

حساسية الاختبارات الجينية الجزئية غير كاملة لأسباب غير معروفة، ولكن يمكن تفسير ذلك بحدوث طفرات FBN1 في مواقع غير نموذجية أو إلى التغايرية الجينية heterogeneity. التدبير

ليس ثمة علاج لمتلازمة مارفان، ويلاحظ أن متوسط العمر المتوقع قد ازداد إلى حد كبير على مدى العقود القليلة الماضية، وهو الآن مماثل لمتوسط عمر الشخص العادي. يتم التعامل مع المتلازمة ببساطة بمعالجة كل عرض يظهر في المريض، وتعطى الأدوية الوقائية على وجه الخصوص (حتى للأطفال الصغار) لإبطاء تطور تمدد الشريان الأبهر. كما تعالج الأضرار التي لحقت بصمامات القلب بالسيطرة على اللانظميات القلبية arrhythmias، والتقليل من سرعة ضربات القلب، وتخفيض ضغط الدم.

التوعية الوراثية الخاصة بمتلازمة مارفان

متلازمة مارفان هي اضطراب وراثي صبغي جسدي سائد، ينجم نحو ٧٥% من حالاته عن وراثة طفرة من أحد الوالدين، في حين ينجم ٢٥% من الحالات عن طفرة جديدة do novo. وتعتمد المخاطر التي يتعرض لها إخوة المريض على وضع الوالدين. فإذا كان أحد الوالدين مصاباً فاحتمال إصابة الأخ أو الأخت هو ٥٠%. أما إذا ولد الطفل المصاب لوالدين سليمين سريراً فمن المرجح أن الطفل لديه طفرة جديدة مسببة للمرض، واحتمال إصابة الإخوة أقل بكثير من ٥٠%، ولكنه أعلى من معدل الخطورة العام في المجتمع population risk بسبب احتمال حدوث التزيق (الموزاكية) في الخلايا المنتشة (الجسمية) germline في حالات نادرة.

يتعرض أطفال المرضى الذين يعانون من متلازمة مارفان للإصابة بمتلازمة مارفان بنسبة ٥٠%. ويمكن إجراء التشخيص ما قبل الولادة في حالات الحمل العالية الخطورة إذا كانت الطفرة المسببة لمتلازمة مارفان معروفة في الأسرة. ويمكن استخدام الاختبارات الجينية قبل التعشيش preimplantation genetic testing لضمان عدم انتقال متلازمة مارفان إلى الأبناء.

ثانياً - الورم الليفي العصبي ١

كان يدعى سابقاً داء فون ريكلينغ هاوزن، ونسبة الحدوث ٣٠٠٠-٤٠٠٠/١ عالمياً.

الأعراض السريرية

الورم العصبي الليفي (النمط ١) Neurofibromatosis Type ١ هو مرض مرتبط بالعمر، تكون معظم علامات المرض واضحة بعد الولادة (أي في مرحلة الطفولة)، ولكن تظهر

التشخيصية التالية:

١- بقع القهوة بالحليب (ست أو أكثر)، قطرها ٥ مم أو أكثر في المرضى قبل البلوغ، أو قطرها ١٥ مم أو أكثر في المرضى بعد البلوغ (الشكل ٤).

٢- أورام عصبية ليفية من أي نمط (اثنان أو أكثر) (الشكل ٥).

٣- أورام عصبية ليفية ضفيري الشكل (واحد أو أكثر) (الشكل ٦).

٤- نمش freckling إبطي أو أربي.

٥- ورم دقيقي بصري Optic glioma.

٦- عقيدات ليش Lisch nodules (اثنان أو أكثر) (ورم عابي قزحي iris hamartomas) (الشكل ٧).

٧- آفات عظمية مميزة، مثل خلل تنسج العظم الوددي sphenoid dysplasia، أو الفصل الظنبوبي الكاذب tibial pseudarthrosis.

٨- وجود قريب من الدرجة الأولى (والد أو أخ أو ابن) مصاب بالورام الليفي العصبي (النمط الأول).

تشمل علامات الورام الليفي العصبي وأعراضه الإضافية ارتفاع الضغط الشرياني وقصر القامة وضخامة الرأس وتشوهات الهيكل العظمي مثل الجنف. ويكون معدل الذكاء طبيعياً في معظم الأفراد المصابين، ولكن تحدث صعوبات التعلم واضطراب نقص الانتباه وفرط النشاط (ADHD) في ٥٠-٧٥٪ منهم. تحدث النوب الصرعية في المرضى بنسبة أعلى مما هي في الأشخاص السليمين، وقد تحدث في أي عمر. وتكون النوبات الصرعية بؤرية، وقد يرافقها ورم في الدماغ أو احتشاء في منطقة محددة.

يكون متوسط العمر المتوقع للأفراد المصابين بالورام العصبي الليفي NF1 أقل بنحو ثماني سنوات مما هو عليه في الأشخاص السليمين.

الأسس الوراثية

ينجم الورام العصبي الليفي عن طفرة متغايرة الألائل heterozygous في جين NF1 الموجود على الذراع الطويلة من الصبغي ١٧ (17q11.2)، وهو يرمز بروتيناً يسمى النوروفيبرومين neurofibromin الذي يعمل كاباً للورم tumor suppressor. تسبب الطفرات في هذا الجين إنتاج بروتين غير فعال لا يتمكن من تنظيم الانقسام والنمو الخلوي، ونتيجة لذلك تتشكل الأورام العصبية الليفية على طول الأعصاب في كامل الجسم. مازالت آلية حدوث بقع القهوة بالحليب واضطرابات التعلم غير واضحة حتى الآن.

التشخيص

يشخص الورام العصبي الليفي اعتماداً على الموجودات السريرية. نادراً ما تكون التحاليل الوراثية الجزيئية ضرورية للتشخيص.

الإنذار

الورام العصبي الليفي مرض متنوع التظاهرات ومترق؛ لذلك يصعب التكهّن بإنذاره. تعبر طفرات جين NF1 عن المرض بشكل مختلف حتى بين المرضى الذين ينتمون إلى عائلة واحدة، وتسمى هذه الظاهرة التعبيرية المتغيرة variable expressivity. على سبيل المثال لا يكون لدى بعض الأفراد أي أعراض، في حين تكون الأعراض في غيرهم سريعة الظهور ومتقدمة وشديدة.

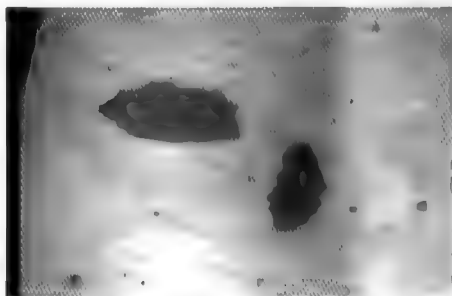
إن مصدر القلق الرئيسي للكثير من المرضى هو التشوهات الجلدية الناجمة عن الأورام الليفية العصبية والآفات المصطبغة، وتشوهات الأطراف في بعض الأحيان. ومع ذلك هناك مضاعفات أكثر خطورة، وإن كان معظمها نادراً جداً، ويعيش العديد من المرضى حياة طبيعية تماماً ودون مشاكل.

التدبير

يشمل التدبير علاج المضاعفات التي تتضمن العين أو الجهاز العصبي أو الجهاز القلبي الوعائي والعمود الفقري، أو العظام الطويلة، ويشمل كذلك استئصال التشوهات أو الأورام الجلدية المنفصلة أو الأورام الليفية العصبية تحت الجلد جراحياً. علاج الأورام الدبقية البصرية غير ضروري عموماً لأنها تكون عادة من دون أعراض ومستقرة سريرياً. وغالباً ما يتطلب الجنف تدبيراً جراحياً.

التوعية الوراثية الخاصة بالورام العصبي الليفي (النمط ١)

يورث الورام الليفي العصبي (النمط ١) بطريقة صبغية جسدية سائدة. يحدث هذا المرض في نصف الحالات نتيجة لطفرة جديدة de novo في مورثة NF1. ويرث أبناء المريض المصاب التغير في جين NF1 بنسبة ٥٠٪، ولكن تتفاوت الأعراض السريرية للمرض تفاوتاً كبيراً، حتى داخل الأسرة



الشكل (٤): بقع القهوة بالحليب

ثالثاً - التصلب الحدبي

التصلب الحدبي Tuberous sclerosis هو اضطراب وراثي ينمو فيه العديد من الأورام السليمة في أنحاء كثيرة من الجسد. نسبة حدوثه ١/٦٠٠٠ عالمياً.

الأعراض السريرية

١- في الجلد:

يآف الجلد في كل المصابين بالتصلب الحدبي. وتشمل الآفات: البقع ناقصة التصبغ Hypomelanotic macules (يقع أوراق الرماد ash- leaf spots) (٩٠٪ من الحالات) (الشكل ٨)، وآفات قصاصات الورق الجلدية confetti skin lesions (الشكل ٩)، والأورام الليفية الوعائية angiofibromas الوجيهية (ورم غدي زُهْمِي adenoma sebaceum) (٧٥٪ من الحالات) (الشكل ١٠)، واللطف الحشاء shagreen patches (٥٠٪ من الحالات) (الشكل ١١).

٢- أعراض الجهاز العصبي المركزي:

يعاني نحو ٥٠٪ من المصابين بالتصلب الحدبي صعوبات التعلم التي تكون معتدلة أو شديدة، وظهرت الدراسات أن ٢٥٪ - ٦١٪ من المصابين تتفق أعراضهم مع معايير تشخيص مرض الذاتوية (التوحد) autism. وظهرت دراسة أجريت عام ٢٠٠٨ أن السلوك المؤذي للذات self-injurious behavior قد شُخص في ١٠٪ من الأشخاص الذين يعانون التصلب الحدبي. كما قد تحدث اضطرابات سلوكية أخرى، مثل قصور الانتباه وفرط الحركة ADHD، والعدوانية، والوسواس القهري. ويكون معدل الذكاء أقل كلما كانت الأذية الدماغية بالتصوير بالرنين المغناطيسي MRI أكبر.

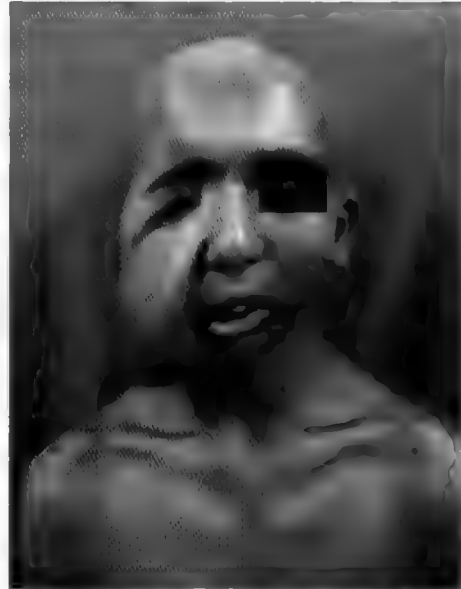
تعد أورام الجهاز العصبي المركزي السبب الرئيس للمرضة والوفيات في التصلب الحدبي، وتشمل العقيدات تحت البطانة العصبية subependymal nodules، وخلل تنسج القشر الدماغي cortical dysplasias، والأورام النجمية العملاقة الخلايا تحت البطانة العصبية subependymal giant cell astrocytomas التي يمكن تمييزها باستخدام التصوير العصبي. وقد تكبر هذه الأورام النجمية العملاقة الخلايا فتسبب ازدياد الضغط والانسداد مما يزيد من معدل المراضة والوفيات. ويعاني أكثر من ٨٠٪ من المرضى النوبات الصرعية.

٣- الأعراض الكلوية:

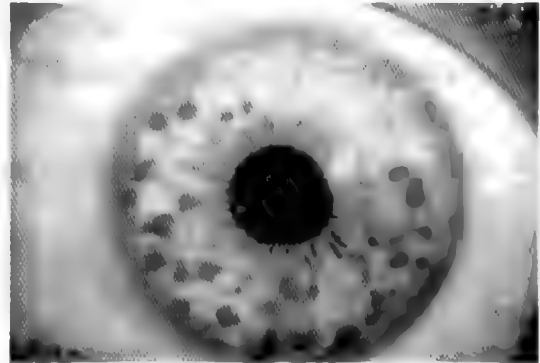
يصاب نحو ٦٠-٨٠٪ من المرضى بورم سليم يدعى الورم الشحمي العضلي الوعائي (AML) angiomyolipomas، كثيراً ما يسبب حدوث البيلة الدموية. ويعاني نحو ٢٠-٣٠٪ من المصابين بالتصلب الحدبي كيسات كلوية تسبب حدوث بعض



الشكل (٥): أورام عصبية ليفية



الشكل (٦): ورم عصبي ليفي ضفيري الشكل



الشكل (٧): عقيدات ليش Lisch nodules

الواحدة. ويمكن استخدام التشخيص ما قبل الولادة في حالات الحمل عالية الخطورة إذا كانت الطفرة المسببة للمرض معروفة في الأسرة.

المشاكل.

٤- الأعراض القلبية:

تحدث الأورام العضلية المخططة rhabdomyomas في ٤٧-٦٧٪ من المصابين بالتصلب الحدبي، وتتراجع هذه الأورام مع مرور الوقت وقد تختفي أخيراً. وغالباً ما تكون هذه الأورام كبيرة في فترة ما بعد الولادة.

٥- الأعراض الرئوية:

يؤثر الورم الوعائي اللمفي العضلي الأملس Lymphangiomyomatosis في الرئتين في النساء بالدرجة الأولى، وقد قدر أنه يحدث في نحو ٣٠-٤٠٪ من الإناث المصابات بالتصلب الحدبي.

٦- الأعراض العينية:

تصاب الشبكية في التصلب الحدبي بالأورام العابية hamartoma، وقد لوحظت في ٣٠-٥٠٪ من المرضى.

الأسس الوراثية

ينجم داء التصلب الحدبي عن حدوث طفرات في الجينين TSC1 و TSC2 اللذين يقومان في الحالات الطبيعية بدور كابح للورم، إلا أن هناك صعوبة في تحديد مكان وجود الطفرة في ما يقارب ٢٠٪ من المرضى من أجل تشخيص المرض باستخدام الاختبارات الجينية الحالية.

التشخيص

يعتمد تشخيص التصلب الحدبي على الموجودات السريرية. ويمكن تحديد التبدلات المتغيرة الألائل المسببة للمرض في ٧٥٪-٩٠٪ من الأفراد الذين يستوفون المعايير السريرية لتشخيص التصلب الحدبي. ومن بين هؤلاء المرضى الذين تم تحديد التبدل المسبب للمرض عثر على التبدلات في جيني TSC1 و TSC2 في ٣١٪ و ٦٩٪ من المرضى على التوالي.

الإنذار

يعتمد إنذار المرض على شدة الأعراض التي قد تكون مجرد آفات جلدية خفيفة تصل إلى صعوبات التعلم، والنوبات الصرعية التي لا يمكن السيطرة عليها، والشلل الكلوي. ويعيش الأفراد الذين يعانون أعراضاً خفيفة حياة جيدة وطويلة ومنتجة، في حين يكون التعويق شديداً في الأفراد الذين يعانون الأعراض الشديدة. ومع ذلك قد يكون متوسط عمر معظم الأفراد المصابين بهذا المرض طبيعياً وذلك باستخدام الرعاية الطبية المناسبة.

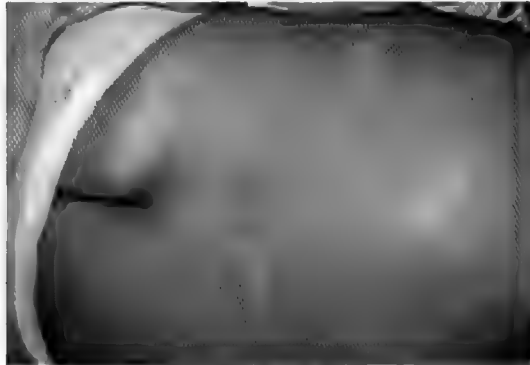
التدبير

العلاج الدوائي لبعض مظاهر TSC ما يزال في مرحلة

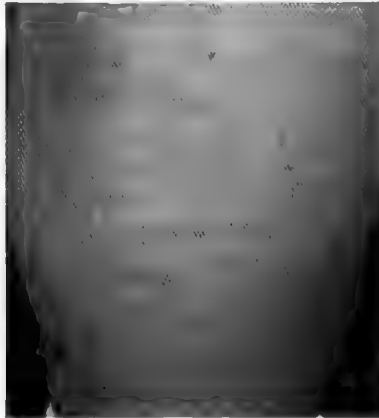
التطوير حالياً. ويتعرض المرضى عادة لنكس الأعراض السريرية، معدل البقيا المتوقع جيد ما لم تتأثر إحدى الوظائف الحيوية. وتتطلب غالبية المرضى بعض الأدوية للسيطرة على الأعراض، وعلى سبيل المثال تستخدم مضادات الصرع للسيطرة على النوب الصرعية.

التوعية الوراثية الخاصة بالتصلب الحدبي

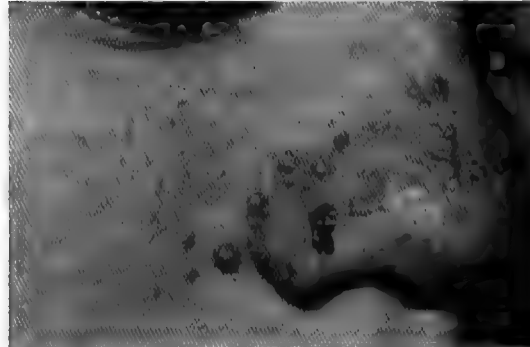
يورث التصلب الحدبي بطريقة صبغية جسدية سائدة. يحدث التصلب الحدبي في ثلثي المرضى نتيجةً لطفرة جديدة de novo. احتمال أن يرث أبناء الفرد المصاب الطفرة المسببة للتصلب الحدبي ٥٠٪. إذا كانت الطفرة المسببة للمرض معروفة في الأسرة يمكن استخدام التشخيص ما



الشكل (٨): البقع ناقصة التصبغ



الشكل (٩): آفات قصاصات الورق الجلدية confetti skin lesions



الشكل (١٠): الأورام الليفية الوعائية الوجهية

٢- النمط المتماثل الألائل homozygous، وينجم عن طفرتين في أحد الجينات السابقة، أو طفرة واحدة في جينين مسببين للمرض. هذا النمط أكثر ندرة، ويبلغ معدل الانتشار ١/١٦٠٠٠٠-١/١٠٠٠٠٠.

الأسس الوراثية

أكثر أسباب فرط الكوليستيرول العائلي شيوعاً هو طفرات جين LDLR التي تبلغ ٦٠-٨٠% من الحالات، وطفرة جين ApoB ١-٥% وطفرة جين PCSK9 ٠-٣%.

١- يتوضع جين LDL receptor LDLR على الذراع القصيرة من الصبغي ١٩ (13p13.1-13.3) وهناك أكثر من مئة طفرة معروفة. إن معدل انفاذ هذه الطفرة هو ٩٠% لمتغايري الألائل.

٢- يتوضع جين APOB على الذراع القصيرة من الصبغي ٢ (2p24-p23)، ومعدل انفاذ هذه الطفرة في المصابين بفرط الكوليستيرول العائلي متغايري الألائل غير تام.

٣- يتوضع جين PCSK9 (proprotein convertase subtilisin/kexin type 9) على الصبغي ١ (1p34.1-p32)، وتسبب طفرته انخفاض عدد مستقبلات LDL على الخلايا الكبدية.

التشخيص

ثمة عدة معايير رسمية لتشخيص فرط الكوليستيرول العائلي، وتشمل ما يلي:

١- فرط كوليستيرول الدم الشديد: يجب الشك بتشخيص فرط الكوليستيرول العائلي في الأشخاص الذين لديهم الموجودات التالية:

أ- في فرط الكوليستيرول العائلي المتغايري الألائل:

- في البالغين غير المعالجين: مستويات عالية من الليبوبروتين منخفض كثافة C (LDL-C) < ١٩٠ ملغ/دل [< ٩.٤ ملمول/لتر] أو مستويات الكوليسترول الكلي < ٣١٠ ملغ/دل [< ٨ ملمول/لتر]،
- في الأطفال غير المعالجين أو المراهقين: مستويات LDL-C < ١٦٠ ملغ/دل [< ٤.١ ملمول/لتر] أو مستويات الكوليسترول الكلي < ٢٣٠ ملغ/دل [< ٦ ملمول/لتر].

ب- في فرط الكوليستيرول العائلي المتماثل الألائل: مستويات الكوليسترول الكلي على نحو عام، ولكن ليس دائماً، < ٥٠٠ ملغ/ديسيلتر (< ١٣ ملمول/لتر).

٢- قصة سريرية لمرض قلبي تاجي مبكر بسبب تراكم اللويحات plaque في الشرايين التاجية وبالتالي تمزق هذه اللويحات.



الشكل (١١): اللعق الحرشاء Shagreen patches

قبل الولادة في حالات الحمل عالية الخطورة.

رابعاً - فرط كوليستيرول الدم العائلي

نسبة حدوث النمط المتغايري الألائل ١/٢٠٠-٥٠٠، أما النمط المتماثل الألائل فنسبة الحدوث فيه ١/١٦٠٠٠٠-١/١٠٠٠٠٠.

الأعراض السريرية

يتسم فرط الكوليستيرول العائلي Familial hypercholesterolemia بارتفاع مستويات الكوليستيرول (وخصوصاً الليبوبروتين منخفض الكثافة low-density lipoprotein (LDL))، وحدوث أمراض قلبية وعائية مبكرة. ويمكن مشاهدة الترسبات الصفراء من الدهون الغنية بالكوليستيرول في أماكن مختلفة من الجسم مثل حول الجفن (المعروف باسم اللويحة الصفراء الجفنية xanthelasma palpebrarum) (الشكل ١٢)، والحافة الخارجية للقرنية (المعروف باسم القوس الشيخية للقرنية arcus senilis corneae) (الشكل ١٣)، والأوتار في اليدين، والمرفقين والركبتين والقدمين، ولاسيما في وتر أخيل (المعروفة باسم ورم الوتر الأصفر tendon xanthoma) (الشكل ١٤).

يؤدي تسارع ترسب الكوليستيرول في جدران الشرايين إلى تصلب الشرايين، وهو السبب الكامن وراء أمراض القلب والأوعية الدموية. تكون أكثر المشكلات شيوعاً في فرط الكوليستيرول العائلي هي إصابة الشرايين التاجية التي قد تؤدي إلى الذبحة الصدرية angina pectoris أو النوبات القلبية heart attacks في سن أصغر بكثير مما هو متوقع في عموم السكان.

هناك نمطان من فرط الكوليستيرول العائلي:

١- النمط متغايري الألائل heterozygous وينجم عن طفرة واحدة في أحد الجينات LDLR، ApoB، PCSK9، ويقدر هذا النمط بـ ٦٠-٨٠% من حالات فرط الكوليستيرول العائلي.

من الستاتينات بالمشاركة مع أدوية أخرى فعل متواضع في تحسين مستويات الدهون. إذا لم ينجح العلاج الطبي في خفض مستويات الكوليستيرول في الدم يمكن استخدام فصادة LDL؛ ويتم ذلك بتصفية LDL من مجرى الدم في عملية تشبه الديال dialysis. يمكن زراعة الكبد في الحالات الشديدة جداً، مما يوفر كبداً جديدة مع مستقبلات LDL طبيعية الوظيفة، ويؤدي ذلك إلى تحسين مستويات الكوليستيرول في الدم تحسناً سريعاً، ولكن هناك خطورة حدوث مضاعفات كما في زرع الأعضاء الصلبة (مثل الرفض، والالتهابات، أو التأثيرات الجانبية للأدوية اللازمة لتثبيط الرفض).

٣- الأطفال: لما كان فرط الكوليستيرول العائلي موجوداً منذ الولادة ومع بداية تصلب الشرايين في وقت مبكر من الحياة، كان من الضروري أحياناً علاج الشبان البالغين أو المراهقين كذلك بالأدوية التي وضعت أصلاً للبالغين. ويفضل الكثير من الأطباء ويسبب مخاوف تتعلق بالسلامة استخدام حاجزات الحمض الصفراوي bile acid sequestrants والفينوفايبرات fenofibrate لأنها مرخصة في الأطفال. مع ذلك، يبدو أن الستاتينات آمنة وفعالة، ويمكن استخدامها في الأطفال الأكبر سناً كما في الكبار.

التوعية الوراثية

فرط الكوليستيرول العائلي (بنمطيه المتغاير والمتماثل الألائل) هو اضطراب وراثي صبغي جسدي سائد، يكون فيه أحد الوالدين مصاباً في جميع الحالات تقريباً. كل طفل لمرضى مصاب بفرط الكوليستيرول العائلي يحتمل أن يرث الطفرة المسببة للمرض بنسبة ٥٠٪.

إذا كان الوالدان مصابين بفرط الكوليستيرول العائلي المتغاير الألائل فنسبة احتمال إصابة كل حمل بالمرض هي ٧٥٪ (أي ٥٠٪ احتمال الإصابة بفرط الكوليستيرول العائلي المتغاير الألائل، و٢٥٪ احتمال الإصابة بفرط الكوليستيرول



الشكل (١٢): اللويحة الصفراء الجفنية

٢- قصة سريرية لمرض قلبي تاجي مبكر بسبب تراكم اللويحات plaque في الشرايين التاجية، وبالتالي تمزق هذه اللويحات.

٣- الموجودات في الفحص السريري: الورم الأصفر، والقوس الشخية للقرنية (أصبحت هذه شائعة على نحو متزايد في عموم الأشخاص مع التقدم في السن؛ لذلك تعد علامة تشخيصية في الأفراد الأصغر سناً فقط، ولا سيما قبل سن ٤٥ عاماً).

٤- يشير التاريخ الطبي للعائلة إلى تشخيص فرط كوليستيرول الدم العائلي في أحد الأقارب.

٥- وجود طفرة في جين معروف أنه يرافق فرط الكوليستيرول العائلي.

الإنذار

١- النمط المتغاير الألائل: يزيد خطر حدوث أمراض الشرايين التاجية ٢٠ ضعفاً في الأشخاص المصابين بفرط الكوليستيرول العائلي غير المعالج. وتزيد الخطورة بنسبة ٥٠٪ لإمكان حدوث إصابة تاجية قاتلة أو غير قاتلة بعمر ٥٠ عاماً في الرجال غير المعالجين. أما النساء غير المعالجات فتصل نسبة الخطورة فيهن إلى ٣٠٪ بعمر ٦٠ عاماً.

٢- النمط المتماثل الألائل: يعاني معظم الأفراد المصابين بهذا النمط من إصابات قلبية تاجية وهم في منتصف العشرينيات من العمر. ومعدل الموت أو الخضوع لجراحة المجازات التاجية coronary bypass قبل سنوات المراهقة مرتفع. كما يشيع حدوث تضيق الأبهر الشديد.

التدبير

١- النمط المتغاير الألائل: يعالج فرط الكوليستيرول العائلي بالستاتينات Statins. تخفض الستاتينات مستويات الكوليستيرول والليبوبروتين منخفض الكثافة LDL، وقد تدعو الحاجة في بعض الأحيان إلى إضافة أدوية أخرى. أظهرت الدراسات أن معالجة فرط الكوليستيرول العائلي بالستاتين تؤدي إلى تخفيض الوفيات الناجمة عن أمراض القلب التاجية بنسبة ٤٨٪، إذ يصبح المرضى أقل عرضة للوفاة من أمراض القلب والشرايين، وبالتالي تصبح نسبة الوفيات القلبية الوعائية لديهم ماثلة لعموم السكان. وتؤكد نتائج الدراسات أهمية الكشف المبكر عن فرط الكوليستيرول العائلي والعلاج بالعقاقير المخفضة للكوليسترول.

٢- النمط المتماثل الألائل: تدبير حوادث هذا النمط أكثر صعوبة؛ إذ تكون وظيفة مستقبلات LDL في قدرتها الدنيا إن لم تكن وظيفتها معدومة تماماً. وفعل الجرعات العالية

القولونية المستقيمية ليس نوعياً لداء السلائل القولوني الغدي العائلي. وقد تساعد الاختبارات الجينية على التفريق بين ما يندرج تحت اسم داء السلائل القولوني الغدي العائلي (FAP) وبين داء السلائل المرتبط بالجين MUTYH (MUTYH-associated polyposis-MAP)، (وهو داء سلائل غدي عائلي وراثي، ولكنه جسمي منتج) وبقية حالات السلائل القولونية المجهولة السبب.

ب- أقل من ١٠٠ سلية غدية مع وجود شخص قريب مصاب بداء السلائل القولوني الغدي العائلي.

٢- داء السلائل القولوني الغدي العائلي الموهن attenuated FAP، يتميز بخطورة كبيرة للإصابة بسرطان القولون، ويكون عدد السلائل القولونية فيه أقل (يراجح بين ١٠ و ٩٩)، وتتوضع السلائل في مكان دان، ويشخص سرطان القولون في سن متأخرة، وقد يكون تدبيره مختلفاً إلى حد كبير.

معايير التشخيص المقترحة:

أ- يراوح عدد السلائل الغدية بين ١٠ و ٩٩، ويجدر الذكر أن الأشخاص الذين لديهم ١٠٠ أو أكثر من السلائل التي تحدث في الأعمار المتقدمة (٣٥ إلى ٤٠ سنة أو أكثر) قد يكون لديهم داء السلائل القولوني الغدي العائلي الموهن.

ب- وجود تاريخ مرضي لسرطان القولون والمستقيم قبل سن ٦٠ عاماً، وتاريخ عائلي لداء السلائل الغدي المتعدد.

٣- متلازمة غاردنر: Gardner syndrome تتميز بحدوث السلائل القولونية النموذجية FAP جنباً إلى جنب مع الأورام العظمية osteomas وأورام الأنسجة الرخوة.

٤- متلازمة توركو Turcot syndrome: وهي وجود السلائل القولونية مع الأورام العصبية المركزية.

الأسس الوراثية

يتوضع الجين APC الكابت لنمو الورم على الصبغي الخامس (5q21)، وهو الوحيد الذي تحدث فيه طفرات تؤدي إلى الحالات المختلفة من أمراض السلائل القولونية المرافقة لجين APC. إن وظيفة هذا الجين غير مفهومة تماماً، بيد أن له شأناً في الطور التالي metaphase من الانقسام الفتيلي mitosis. يعزز البروتين APC الطبيعي الموت الخلوي المبرمج في خلايا القولون. وينجم عن طفرات الجين APC بروتين مجدوع truncated غير وظيفي. وتشخص الطفرات على نحو رئيس باستخدام سلسلة الدنا.

التشخيص

يعتمد التشخيص في المقام الأول على الموجودات



الشكل (١٣): القوس الشخية في القرنية



الشكل (١٤): ورم الوتر الأصفر

العائلي المتماثل الألائل).

يمكن إجراء التشخيص ما قبل الولادة لحالات الحمل عالية الخطورة إذا تم تحديد الطفرة الممرضة في أحد أفراد الأسرة المصاب بفرط الكولستيرول العائلي المتغاير الألائل، (أو إذا تم تحديد كلتا الطفرتين الممرضتين في أحد أفراد الأسرة المصاب بفرط الكولستيرول العائلي المتماثل الألائل)، لكن هذا الأمر غير شائع.

خامساً - داء السلائل الغدية العائلي familial adenomatous polyposis (FAP)

تراوح نسبة الحدوث بين ١/٧٠٠٠ و ١/٢٢٠٠٠.

الأعراض السريرية

تشمل أمراض السلائل القولونية المرافقة للطفرة في جين APC:

١- داء السلائل القولوني الغدي العائلي Familial AP التقليدي: وهو مرض وراثي، تتشكل فيه أكثر من ١٠٠ سلية غدية قبل سرطانية precancerous تبدو في ظاهرة القولون على نحو رئيس. تظهر وسطياً بعمر ١٦ سنة (يراجح البدء في عمر ٧-٣٦ سنة). ويؤخذ في الحسبان تشخيص FAP عموماً في الأفراد حاملين السلائل التي تحدث قبل سن ٤٠ عاماً.

معايير التشخيص:

أ- ألا يقل عدد السلائل عن ١٠٠ سلية قولونية مستقيمية غدية، ولكن يجب ملاحظة أن وجود ١٠٠ أو أكثر من السلائل

السريية. تكشف الاختبارات الجينية الجزيئية لجين APC التغيرات المسببة للمرض في ما يصل إلى ٩٠٪ من الأفراد المصابين بداء السلائل القولوني الغدي العائلي التقليدي. وغالباً ما تستخدم الاختبارات الجزيئية في التشخيص المبكر لأفراد الأسرة المعرضين للخطر، وكذلك في تأكيد تشخيص داء السلائل القولوني الغدي العائلي، أو داء السلائل القولوني الغدي العائلي الموهن في المرضى الذين تكون الموجودات فيهم ملتبسة (على سبيل المثال: تعداد السلائل الغدية > ١٠٠). وتقلل هذه الاختبارات الحاجة إلى إجراءات المسح المكلفة في أفراد الأسرة الذين لم يرثوا التبدل الجيني المسبب للمرض.

الإنذار

متوسط العمر المتوقع للمرضى المصابين بداء السلائل القولوني الغدي العائلي غير المعالج ٤٢ عاماً ويمتد العمر المتوقع إلى حد كبير في المعالجين باستئصال القولون. إن الأسباب الأكثر شيوعاً للوفاة في المرضى الذين أجري لهم استئصال القولون هي سرطانات الجهاز الهضمي العلوي والأورام الريباطية desmoid tumor، وهذا هو السبب في أن برامج المراقبة ضرورية بعد استئصاله؛ لأن استئصال القولون يعالج خطر حدوث سرطان القولون فقط.

التدبير

ينصح باستئصال القولون colectomy حين يكون عدد السلائل الغدية أكثر من ٢٠ أو ٣٠، وقد تسبب الأدوية المضادة للالتهابات (مضادات الالتهاب غير الستيروئيدية NSAIDs) ولا سيما سولينداك sulindac تراجع الأورام الغدية في داء السلائل القولوني الغدي العائلي، وانخفاض عدد السلائل التي تتطلب الاجتثاث في المنطقة المتبقية من المستقيم في الأشخاص الذين أجري لهم استئصال القولون غير التام subtotal. يمكن إزالة الأورام العظمية لأسباب تجميلية. وتعالج الأورام الريباطية جراحياً بالاستئصال أو تعالج بالمسكنات، أو مضادات هرمون الإستروجين، أو بالعلاج الكيميائي السام للخلايا، أو بالإشعاع.

التوعية الوراثية

يورث داء السلائل القولوني الغدي العائلي بوصفه داءً وراثياً صغيفاً جسدياً سائداً. يكون أحد الوالدين مصاباً في نحو ٧٠-٨٠٪ من المرضى. أما أطفال المرضى المصابين بداء السلائل القولوني الغدي العائلي فيكون لديهم احتمال ٥٠٪ لوراثة الطفرة المسببة للمرض. وقد تكون اختبارات التشخيص ما قبل الولادة، والتشخيص الوراثي قبل

التعشيش PGD خياراً مفيداً إذا تم التعرف التبدل المسبب في أحد أفراد العائلة المصابين.

سادساً – سرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي Hereditary Non-Polyposis Colon Cancer (HNPCC)

يعرف أيضاً باسم داء لينش Lynch syndrome، تظهر نحو ١٤٠,٠٠٠ حالة جديدة من سرطان القولون والمستقيم في كل عام في الولايات المتحدة. سبب ٣ إلى ٥٪ من هذه السرطانات سرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي.

الأعراض السريية

يتسم سرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي بازدياد خطر الإصابة بسرطان القولون وسرطان بطانة الرحم والمبيض والمعدة والأمعاء الدقيقة والسبيل الصفراوي والسبيل البولي والدماغ والجلد. تكون نسبة حدوث السرطانات في الأفراد المصابين بسرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي كالتالي: ٥٢٪ - ٨٢٪ سرطان القولون والمستقيم (متوسط العمر حين التشخيص ٤٤-٦١ سنة)؛ ٢٥٪ - ٦٠٪ سرطان بطانة الرحم في النساء (متوسط العمر حين التشخيص ٤٨-٦٢ سنة)؛ ٦٪ - ١٣٪ سرطان المعدة (متوسط العمر حين التشخيص ٥٦ عاماً)؛ ٤٪ - ١٢٪ سرطان المبيض (متوسط العمر حين التشخيص ٤٢,٥ سنة، ويشخص ما يقارب ٣٠٪ من هذه الحالات قبل سن ٤٠ عاماً).

الأسس الوراثية

ينجم سرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي عن طفرات في أحد جينات إصلاح غلط التوافق mismatch repair الأربعة (MLH1, MSH2, MSH6, PMS2)، التي تُشاهد طفراتها في الأورام التي تبدي عدم استقرار الساتل الميكروي microsatellite instability (MSI). تنجم معظم الحالات عن تغيرات في أطوال المكررات الثنائية النوكليوتيد من نمط السيتوزين والأدينين (تسلسل: CACACACACA...). تقدر التبدلات في الجينين MLH1 و MSH2 بنحو ٩٠٪ من التبدلات المسببة لسرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي، في حين تقدر التبدلات في جين MSH6 بنحو ٧-١٠٪، وفي جين PMS2 بأقل من ٥٪.

التشخيص

يوضع التشخيص بوجود قصة عائلية تحقق معايير أمستردام Amsterdam criteria لتشخيص سرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي:

١- معايير أمستردام I؛

١- وجود ثلاثة أو أكثر من أفراد الأسرة شُخص فيهم

سرطان القولون والمستقيم، واحد منهم هو من أقارب الدرجة الأولى (الأم، الطفل، الأخ) للآخرين.

٢- وجود جيلين متعاقبين مصابين بالمرض.

٣- وجود حالة أو أكثر لسرطان القولون مشخصة تحت سن ٥٠ عاماً.

٤- استبعاد داء السلالات القولوني الغدي العائلي FAP.

ب- معايير أمستردام II،

١- ثلاثة أو أكثر من أفراد الأسرة مصابون بالسرطانات المرتبطة بسرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي HNPCC، واحد منهم هو قريب من الدرجة الأولى للآخرين.

٢- وجود جيلين متعاقبين مصابين بالمرض.

٣- وجود حالة أو أكثر من السرطانات المرتبطة بسرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي مشخصة تحت سن ٥٠ عاماً.

٤- استبعاد داء السلالات القولوني الغدي العائلي FAP.

التدبير

العلاج الأساسي لسرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي جراحي، ومن المستحسن لسرطان القولون استئصاله كاملاً مع مفاغرة لفائفية مستقيمية. لا ينصح بوجه عام استئصال القولون الوقائي قبل حدوث سرطان القولون للأفراد المعروف أن لديهم استعداداً للإصابة بسرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي؛ لأن تنظير القولون المنوالي هو إجراء وقائي فعال. يمكن أخذ الاستئصال الوقائي للرحم والمبايض (قبل حدوث السرطان) في الحسبان بعد الانتهاء من إنجاب الأطفال.

التوعية الوراثية

يورث سرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي بطريقة صبغية جسدية سائدة. يرث غالبية المرضى الشخص لديهم سرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي المرض من أحد الوالدين، لكن بسبب الانتفاذ غير التام incomplete penetrance، يكون عمر تطور مرض السرطان متغيراً، وقد يكون الحد من مخاطر الإصابة بالسرطان عن طريق فحص أو عملية جراحية وقائية أمراً صعباً، وقد يموت بعضهم موتاً مبكراً، وليس من الضروري أن يكون أحد والدي المريض الذي لديه تبدل في أحد الجينات المرتبطة بسرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي مصاباً بالسرطان. يحتمل أن يرث أطفال المصاب بسرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي الطفرة المسببة للمرض بنسبة ٥٠%. التشخيص قبل

الولادة ممكن في حالات الحمل العالية الخطورة إذا كان التبدل المسبب معروفاً في الأسرة. والتشخيص ما قبل الولادة ليس شائعاً على نحو عام للأمراض التي تظهر عادة في مرحلة الكهولة، ويكون العلاج متاحاً (مثل سرطان القولون والمستقيم اللاسليلي الوراثي).

سابعاً - كثرة الأصابع Polydactyly

نسبة الحدوث ١ من كل ٥٠٠ ولادة حية.

الأعراض السريرية

يحدث هذا المرض في يد واحدة أو في كلتا اليدين. تكون الإصبع الإضافية عادة قطعة صغيرة من الأنسجة الرخوة التي يمكن إزالتها، ولكنها قد تحتوي العظم من دون المفاصل في بعض الأحيان، ونادراً ما تكون إصبعاً وظيفية كاملة. تتوضع الإصبع الإضافية غالباً على الجانب الزندي (٨٠% من الحالات) (الشكل ١٥)، وتتوضع قليلاً على الجانب الكعبري (الشكل ١٦)، ويندر جداً أن تتوضع بين الأصابع الثلاث الوسطى. غالباً ما تنشأ الإصبع الإضافية فرعاً من إصبع موجودة، ونادراً ما تنشأ من الرسغ كما تنشأ الإصبع الطبيعية.

١- كثرة الأصابع الزندية: غالباً ما تكون كثرة الأصابع الزندية ثنائية الجانب، ويرافقها ارتفاق الأصابع syndactyly وكثرة الأصابع في القدمين. كثرة الأصابع بعد المحور (الجانب الزندي) هو اضطراب معزول شائع في الأطفال السود الأفارقة، ويكون نمط التوريث فيه جسدياً سائداً. كثرة الأصابع الزندية أكثر شيوعاً في الأفارقة الأصليين مقارنة بالقوقازيين والآسيويين المنغوليين Mongoloids، وهو أكثر شيوعاً في الأطفال الذكور. وفي المقابل تشاهد كثرة الأصابع الكعبرية في الأطفال البيض في سياق متلازمات مختلفة بوصفها انتقلاً جسدياً متنجياً.

٢- كثرة الأصابع الكعبرية: أقل شيوعاً. تشيع في الهنود (بنسبة ١/٣٠٠٠)، وهو ثاني اضطراب خلقي يصيب اليد من حيث الشيوع.

٣- كثرة الأصابع المركزية: نادرة الحدوث، كأن ترى إصبع إضافية في البنصر أو الوسطى أو السبابة. تصيب هذه الحالة السبابة أكثر مما تصيب البنصر.

الأسس الوراثية

ترتبط كثرة الأصابع بطفرات مختلفة، وتكون الطفرات في الجين نفسه أو في جواره. وقد ذكر أن الطفرات في مجموعات الجينات التطورية Hox-a أو Hox-d قد تؤدي إلى كثرة الأصابع، ومع ذلك لم يتم العثور على الأسباب



الشكل (١٥): كثرة الأصابع الزندية



الشكل (١٦): كثرة الأصابع الكعبرية

الأعراق كاليابانيين والصينيين والأفارقة.

الأعراض السريرية

داء هنتنغتون Huntington disease هو اضطراب حركي motor معرفي cognitive نفسي متروك. متوسط العمر عند بدء الأعراض ٣٥ إلى ٤٤ سنة، ومتوسط البقاء ١٥ إلى ١٨ سنة بعد البدء، لكن المرض قد يبدأ في أي سن من الطفولة إلى الشيخوخة، وقد يتأخر ظهور الأعراض حتى بعد سن ٥٠ عاماً في ما يقارب ٢٥٪ من المرضى، وفي عدد قليل حتى بعد سن ٧٠ عاماً، يعاني هؤلاء المرضى الرقص واضطرابات المشية وعسر البلع، ولكن سير المرض يكون أكثر طولاً ولطفاً مقارنة بالمرضى التقليديين.

الجزئية في ثلث الحالات المرتبطة بكثرة الأصابع.

قد تحدث كثرة الأصابع وحدها، والأكثر شيوعاً أن تحدث بوصفها عرضاً لمتلازمة تشوهية. وحين تحدث وحدها تكون الطفرات جسدية سائدة في أحد الجينات، أي إنها ليست سمة متعددة العوامل multifactorial trait. هناك ٩٧ متلازمة وراثية مرتبطة بأنواع مختلفة من كثرة الأصابع.

١- كثرة الأصابع الزندية: تحدث كثرة الأصابع الزندية بشكل مرض خلقي معزول، ولكنها قد تكون جزءاً من إحدى المتلازمات التي تحدث مع كثرة الأصابع الزندية، منها: متلازمة ميكل Meckel syndrome ومتلازمة داون.

٢- كثرة الأصابع الكعبرية: ترافق متلازمات مثل متلازمة هولت أورام Holt-Oram syndrome وفقر دم فانكوني Fanconi anemia.

٣- كثرة الأصابع المركزية: ترافق متلازمات مثل متلازمة ميكل وهولت أورام.

التشخيص

يتم التصنيف والتشخيص باستخدام التصوير الشعاعي لرؤية البنى العظمية.

التدبير

١- كثرة الأصابع الزندية: علاج هذا النوع معقد؛ لأن الهدف هو إزالة الإصبع الزائدة مع الحفاظ على استقرار الخنصر ووظيفته.

٢- كثرة الأصابع الكعبرية: لما كانت مكونات الإبهامين الاثنتين (الأصلية والزائدة) غير طبيعية، وجب اتخاذ قرار بشأن تصنيع أفضل إصبع ممكن. وبدلاً من بتر الإبهام الضامرة، لا بد من الحفاظ على الجلد والأظفار، والأربطة الجانبية والأوتار لتحسين وضع الإبهام المتبقية. ويوصى بالجراحة في السنة الأولى من العمر (بين ٩ و ١٥ شهراً من العمر).

٣- كثرة الأصابع المركزية: ينبغي أن يتم العلاج في وقت مبكر حيث يتم قطع العظم وإعادة تصنيع الرباط لمنع التشوهات، مثل تشوهات النمو الزاوي.

التوعية الوراثية الخاصة بكثرة الأصابع

تورث كثرة الأصابع المعزولة بطريقة جسدية سائدة. ويحتمل أن يرث كل طفل لمريض مصاب بكثرة الأصابع المعزولة الحالة نفسها بنسبة ٥٠٪.

ثامناً - داء هنتنغتون (HD)

يعرف أيضاً برقص هنتنغتون Huntington chorea، يصيب ٣-٧ من كل ١٠٠٠٠٠ من الأوربيين، وهو أقل شيوعاً في بقية

٣- التاريخ العائلي الذي يتفق مع النمط السائد للتوريث.

الأسس الوراثية

الجين الوحيد المعروف أنه يرافق مرض هنتنغتون هو الجين HTT. وإن تغير عدد المكررات الثلاثية النوكليوتيد CAG في الإكسون الأول من هذا الجين هو التبدل الوحيد المسبب لداء هنتنغتون. ويكون عدد هذه المكررات CAG في الألائل الطبيعية أقل من ٢٦، أما إذا كان العدد بين ٢٧ و ٣٥ في الأليل فيدعى ذلك بالأليل المتوسط Intermediate alleles. ليس لدى الشخص ذي الأليل المتوسط خطر إحداء أعراض داء هنتنغتون، ولكن بسبب عدم الاستقرار في سبيل CAG هناك خطورة لولادة طفل مع أليل يقع في المجال المسبب لداء هنتنغتون (أي أكثر من ٣٦ مكررة). أما في حالة الألائل المسببة لداء هنتنغتون HD-causing alleles فيبلغ تعداد مكررات CAG فيها ٣٦ أو أكثر. وهناك خطورة عالية عند الأشخاص الذين لديهم الأليل المسبب لداء هنتنغتون لإحداث هذا الداء في أثناء حياتهم.

التشخيص

يعتمد تشخيص داء هنتنغتون على القصة العائلية الإيجابية، والموجودات السريرية المميزة، والكشف عن زيادة عدد المكررات ثلاثية النوكليوتيد CAG على ٣٦ مكررة في جين HTT.

التدبير

ليس ثمة علاج لداء هنتنغتون، ولكن هناك علاجات متاحة للحد من شدة بعض أعراضه. يتضمن العلاج الدوائي مضادات الذهان النمطية (هالوبيريديول haloperidol)، ومضادات الذهان غير النمطية (الأولانزابين olanzapine)، البنزوديازيبينات benzodiazepines، أو الأدوية المستنفذة للأمينات الأحادية monoamine depleting agent كالتيترايينازين tetrabenazine لمعالجة الحركات الرقصية. وتستخدم مضادات باركنسون لعلاج نقص الحراك hypokinesia والصلل. وتستخدم الأدوية نفسية التأثير psychotropic drugs، أو بعض أنواع العقاقير المضادة للصرع لمعالجة الاضطرابات النفسية (الاكتئاب، الأعراض الذهانية، نوبات العدوانية)، ويستعمل حمض الفالبرويك valproic acid لعلاج فرط الحراك الرمعي myoclonic hyperkinesia.

التوعية الوراثية

يورث داء هنتنغتون بطريقة جسدية سائدة. ويحتمل أن يرث أطفال المريض بداء هنتنغتون بنسبة الأليل المسبب ٥٠٪. الاختبار التنبؤي Predictive testing في البالغين اللاعرضيين

يجب الشك بتشخيص داء هنتنغتون حين وجود ما يلي:

- ١- تعويق حركي مترقّ يضم الرقص، وقد تتأثر الحركات الإرادية أيضاً: يحدث الرقص في أكثر من ٩٠٪ من المرضى، وهو اضطراب حركي غير إرادي يتكون من نفضات غير متكررة وغير دورية في الأطراف أو الوجه أو الجذع، وهو دلالة كبيرة على هذا المرض. يتزايد الرقص خلال السنوات العشر الأولى من بدء الإصابة. تستمر حركات الرقص خلال ساعات الاستيقاظ، ولا يمكن تثبيطها طوعاً، وتسوء بسبب الإجهاد. تحدث حركات لا إرادية أخرى، مثل بطء الحركة bradykinesia، والصلل rigidity، وخلل التوتر dystonia مع تقدم المرض. يحدث عسر التلفظ dysarthria في وقت مبكر وهو شائع. كما يحدث عسر البلع في المراحل المتأخرة. يحدث فرط المنعكسات في ٩٠٪ من المرضى، في حين يحدث الرمع clonus والاستجابة الأخمصية الباسطة في وقت متأخر ويتواتر أقل.

- ٢- الاضطرابات العقلية بما في ذلك التدهور المعرفي، وتغيرات الشخصية، و/ أو الاكتئاب: يحدث انخفاض شامل ومرتق في القدرات المعرفية في جميع مرضى داء هنتنغتون. وتشمل التغيرات المعرفية النسيان وبطء عمليات التفكير وضعف القدرات الإبصارية الفراغية visuospatial، وضعف القدرة على التعامل مع المعارف المكتسبة. وجد العديد من الدراسات حدوث العجز المعرفي حدوداً خفياً، ولكنه واضح قبل ظهور الأعراض الحركية.

يحدث عجز الذاكرة في وقت مبكر مع انخفاض القدرة على استرجاع المعلومات. ويكون عجز الذاكرة في داء هنتنغتون أقل حدة بكثير مما هو عليه في مرض الزهايمر. تحدث تغيرات كبيرة في شخصية الأفراد المصابين بداء هنتنغتون، وقد يحدث الذهان psychosis الفعّال أيضاً، أو مرض الذهان الفصامي schizophrenic psychosis. ومن الاضطرابات السلوكية الشائعة الحدوث الانفجارية المتقطعة intermittent explosiveness واللامبالاة apathy والعدوانية ومُعاقرة الكحول alcohol abuse والعجز والانحرافات الجنسية وزيادة الشهية والهوام الزوراني delusion paranoid، أما الهلوس فأقل شيوعاً.

تشاهد الإصابة بالاكتئاب في المرضى في المراحل قبل السريرية وقبل الأعراضية أكثر من ضعف الإصابة المشاهدة في الأشخاص الطبيعيين. وآلية حدوث الاكتئاب في داء هنتنغتون غير واضحة. الانتحار والتفكير في الانتحار شائعان أيضاً في المصابين بهذا الداء.

- فقد السمع المتروقي في مرحلة ما بعد البلوغ.
- رخاوة الأربطة Ligamentous laxity وغيرها من علامات شذوذ النسيج الضام.

- قصة عائلية لتكون العظم الناقص بما يتفق مع وراثية صبغية جسدية سائدة عادة.

وتتضمن الموجودات الشعاعية ما يلي:

- ١- كسور متفاوتة الأعمار ومراحل الشفاء، وتحدث في كثير من الأحيان في العظام الطويلة، ولكنها تحدث أيضاً في الأضلاع والجمجمة.

- ٢- فقرات «سمك القد» codfish vertebrae، وهي التي تحدث نتيجة الكسور الانضغاطية في العمود الفقري، تشاهد في البالغين.

- ٣- العظام الدرزية wormian bones.

- ٤- تبارز الحُقّ Protrusio acetabuli حيث يكون جوف مفصل الحق عميقاً جداً، ويتبارز الحق في تجويف الحوض.
- ٥- قلة العظم osteopenia أو تخلخل العظم، ويكشف بوساطة جهاز قياس امتصاص الأشعة السينية ذي الطاقة المزدوجة (DEXA).

الأسس الوراثية

- تسبب الطفرات في الجينين COL1A1 و COL1A2 حدوث تكون العظم الناقص. يتوضع الجين COL1A1 على الصبغي ١٧، تسبب طفراته حدوث متلازمة إهلر- دانلوس، وتكون العظم الناقص (الأنماط الأول والثاني والثالث والرابع)، وتخلخل العظم Osteoporosis. أما الجين COL1A2 فيتوضع على الصبغي 7q21.3، وتسبب طفراته حدوث متلازمة إهلر- دانلوس، وتكون العظم الناقص، وتخلخل العظم، ومتلازمة مارفان اللانمطية atypical Marfan syndrome.

التشخيص

يستند تشخيص تكون العظم الناقص إلى:

- ١- القصة العائلية، قصة الكسور المتكررة، الموجودات السريرية المميزة.

- ٢- الموجودات الشعاعية (كسور ذات أعمار مختلفة ومراحل شفاء مختلفة، العظام الدرزية، فقرات سمك القد، قلة العظم).

- ٣- الاختبارات الجينية الجزيئية لـ COL1A1 و COL1A2، و/أو التحليل الكيميائي الحيوي للكولاجين من النوع ١. ويكشف التحليل الكيميائي الحيوي (أي تحليل بنية الكولاجين وكميته من النوع الأول المنتج في المختبر من زراعة خلايا الأرومة الليفية الجلدية dermal fibroblasts) عن

والذين لديهم اختطار الإصابة بالمرض موجود لكنه يتطلب تفكيراً متأنياً (بما في ذلك قبل الاستشارة الوراثية وبعدها في مرحلة ما بعد الاختبار) لأنه لا يوجد حالياً أي علاج لهذا الاضطراب. ومع ذلك، فإن الأفراد اللاعرضيين المعرضين للإصابة مؤهلون للمشاركة في التجارب السريرية. لا يعد الاختبار التنبؤي مناسباً للأفراد اللاعرضيين المعرضين للخطر والذين تقل أعمارهم عن ١٨ عاماً. التشخيص ما قبل الولادة عن طريق الاختبار الوراثي الجزيئي متاح حالياً.

تاسعاً - تكون العظم الناقص

يعرف أيضاً باسم الداء العظمي لبريتل Brittle bone disease، ومتلازمة لوبشتاين Lobstein syndrome. نسبة حدوثه ٢-٥ من كل ١٠٠,٠٠٠.

الأعراض السريرية

يتظاهر تكون العظم الناقص Osteogenesis Imperfecta بقصر القامة، وبأعراض عصبية تشمل موه الدماغ التوصيلي communicating hydrocephalus، والانغلاف القاعدي basilar invagination، والنوب الصرعية، والصلبة الزرقاء (الشكل ١٧)، وفقدان السمع، وغيرها من المضاعفات. يمكن أن تسبب الكسور الألم الحاد أو المزمن، وانخفاض نوعية الحياة، والاكتهاب.

هناك أربعة أنماط من تكون العظم الناقص تصنف على النحو التالي:

النمط الأول: النمط الدرسي (الكلاسيكي) من دون تشويه مع صلبة زرقاء.

النمط الثاني: النمط المميت في فترة ما حول الولادة perinatally lethal.

النمط الثالث: تكون العظم الناقص المشوه المتروقي.

النمط الرابع: تكون العظم الناقص مع صلبة طبيعية. لا توجد معايير لتشخيص تكون العظم الناقص، ويعتمد التشخيص على وجود عدد من المظاهر السريرية تشمل:

- الكسور من دون رضوض أو مع رضوض خفيفة وذلك حين عدم وجود عوامل أخرى، مثل سوء المعاملة أو غيرها من أمراض العظام.

- قصر القامة أو قامة أقصر مما كان متوقعاً على أساس طول أفراد الأسرة غير المصابين، مع تشوه العظام في كثير من الأحيان.

- لون الصلبة الأزرق أو الرمادي.

- تكون الأسنان المعيب Dentinogenesis imperfect (DI).

عاشراً - حثل العضل التأتري

يصيب الحثل العضلي التأتري ٨٠٠٠/١ شخص عالمياً.

الأعراض السريرية

يتميز حثل العضل التأتري Myotonic dystrophy بضمور العضلات وبضعفها المترقي. ويغلب أن تحدث في الأشخاص الذين يعانون هذا الاضطراب تقلصات عضلية فترات طويلة (تأثر myotonia)، ويكونون غير قادرين على تحرير عضلات معينة بعد الاستعمال. فعلى سبيل المثال: قد يجد المريض صعوبة في تحرير قبضته من على مقبض الباب، وقد يصبح الكلام متداخلاً slurred speech لدى الأشخاص المصابين، أو قد يحدث قفل الفك مؤقتاً.

كما تضم أعراض الحثل العضلي التأتري وعلاماته السادّة وعيوب التوصيل القلبي (في ٩٠٪ من الحالات)، وقد تؤدي التغيرات الهرمونية في الرجال المصابين إلى الصلع المبكر وإلى العقم. يغلب أن تظهر أعراض هذا المرض في العشرينيات أو الثلاثينيات من العمر، وقد تحدث في أي عمر. وتختلف شدة الحالة على نطاق واسع بين المرضى المصابين حتى بين المرضى من عائلة واحدة.

هناك نمطان رئيسان من حثل العضل التأتري: النمط ١ والنمط ٢. تتداخل علامات هذين النمطين وأعراضهما على الرغم من أن أعراض النمط ٢ تميل إلى أن تكون أكثر اعتدالاً من النمط ١. يصيب ضعف العضلات في النمط ١ خصوصاً الساقين واليدين والعنق والوجه. أما ضعف العضلات في النمط ٢ فيصيب في المقام الأول عضلات العنق والكتفين والمرفقين والوركين. وينجم هذان النمطان من الضمور العضلي عن طفرات في جينات مختلفة. يترافق النمطان مع مقاومة الإنسولين.

وقد ذكر ظهور ملامح الشخصية الوسواسية القهرية، والسلبية والعدوانية في المرضى. ففي دراسة على ٢٠٠ مريض من النمط ١، كانت السمات الشخصية والأعراض النفسية في المعدل الطبيعي، ولكن كان هناك احتمال كبير لدى ٢٧٪ من المرضى لحدوث اضطراب نفسي.

فرط النوم hypersomnia وتوقف التنفس في أثناء النوم من المظاهر الأخرى المعروفة جيداً والتي تظهر في وقت لاحق، وغالباً ما يحدث النوم المفرط نهائياً Excessive daytime sleepiness بسبب خلل وظيفي في مركز تنظيم النوم، وقد سجلت حوادث جميع أنواع اضطرابات النوم الأخرى. وذكرت حوادث توقف التنفس الانسدادي في أثناء النوم obstructive sleep apnoea في ٥٠٪ من مجموعة من ٤٠ مريضاً مصاباً

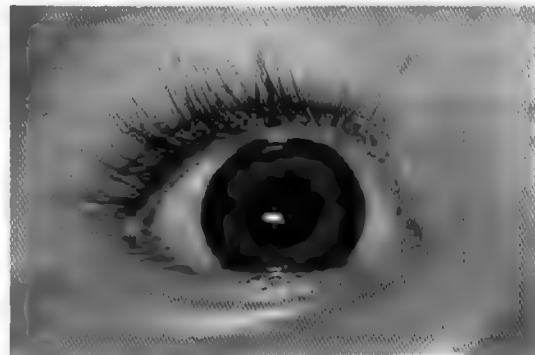
بالغالبية العظمى (٨٤-٩٨٪) من مرضى الأنماط الأربعة آنفة الذكر من هذا الداء. وتكشف الاختبارات الجزيئية لمورثتي COL1A1 و COL1A2 عن أكثر من ٩٠٪ من الاضطرابات في المرضى الذين يعانون من أنماط تكون العظم الناقص الأربعة.

التدبير

تشمل الدعائم الأساسية للعلاج: تدعيم الأطراف وتقويم الأعضاء لتحقيق الاستقرار في المفاصل اللينة؛ وتعزيز النشاط البدني المناسب، وتقوية العضلات وتدبير الألم؛ والعلاج الطبيعي والمهني لتحسين ثباتية العظام، وتحسين القدرة على الحركة، ومنع التقفع contracture، ومنع تشوهات العمود الفقري والراس. تستخدم أجهزة التنقل وفق الحاجة. يتم التعامل مع الكسور باستخدام القضبان داخل السيساء intramedullary rodding.

الاستشارة الوراثية

يورث تكون العظم الناقص بطريقة صبغية جسدية سائدة. وتختلف نسبة الحالات التي تسببها الطفرات الجديدة في الجينين COL1A1 أو COL1A2 بحسب شدة المرض. ويحمل كل جنين لمرض مصاب بأحد أشكال تكون العظم الناقص احتمال ٥٠٪ لوراثة الطفرة وحدوث بعض مظاهر تكون العظم الناقص. من الممكن وضع التشخيص ما قبل الولادة في حالات الحمل المعرضة للخطر بوساطة الاختبارات الجزيئية إذا تم تعرف طفرات COL1A1 أو COL1A2 في قريب مصاب. وقد يكون الفحص بالموجات فوق الصوتية (تخطيط الصدر) - إذا أجري في مركز ذي خبرة في تشخيص تكون العظم الناقص - ذا قيمة في تشخيص الأنماط المميّنة ما قبل الولادة والشديدة قبل الأسبوع ٢٠ من الحمل، وقد يتم الكشف عن الأنماط المعتدلة في وقت لاحق من الحمل في حالة حدوث كسور أو تشوهات.



الشكل (١٧): الصلبة الزرقاء

ويتم تأكيده بالاختبار الجزيئي للمكررات CTG في جين DMPK بطول يزيد على ٣٤ مكررة. وتكشف الاختبارات الجزيئية عن المتغيرات المسببة للمرض فيما يقرب من ١٠٠٪ من المرضى. أما معدل الكشف عن النمط الثاني من المرض فهو أكثر من ٩٩٪ باستخدام تقانات التفاعل السلسلي البوليميري (PCR) polymerase chain reaction أو لطخة ساوذر Southern blot.

التدبير

لا يوجد حالياً أي علاج محدد لحثل العضل التآثري؛ ولذلك يتم التركيز على تدبير مضاعفات المرض ولا سيما المتعلقة بالجهاز القلبي الرئوي والتي تقدر بـ ٧٠٪ من أسباب الوفيات الناجمة عن المرض. وقد تكون هناك حاجة إلى زرع ناظمات الخطأ للمرضى الذين يعانون عيوب التوصيل القلبية. وتحسين نوعية الحياة التي يمكن قياسها باستخدام استبيانات محددة هو أيضاً الهدف الرئيسي للرعاية الطبية. قد يسبب توقف التنفس المركزي في أثناء النوم Central sleep apnoea، أو توقف التنفس الانسدادي في أثناء النوم الانعاس المفرط في أثناء النهار، ويجب أن يخضع هؤلاء الأفراد لاختبارات النوم. ويمكن أن تتم المعالجة بالتهوية غير الباضعة Non-invasive ventilation إذا كان هناك خلل في تلك الاختبارات. وهناك أدلة على إمكان استخدام مودافينيل modafinil منبهاً للجهاز العصبي المركزي.

الاستشارة الوراثية

يورث حثل العضل التآثري بنمطية صفة صبغي جسمية سائدة. ويحتمل أن يرث أطفال المرضى المصابين بهذا المرض الأليل المرضي في ٥٠٪ من الحالات. ويمكن وضع التشخيص ما قبل الولادة حين يتأكد تشخيص حثل العضل التآثري بواسطة الاختبارات الجينية الجزيئية في أحد أفراد العائلة المصابين.

هناك شكل من النمط ١ يدعى حثل العضل التآثري الخلقي يظهر حين الولادة. تشمل سماته المميزة نقص التوتر (الرخاوة) hypotonia، وحَنَف القدم clubfoot، والمشاكل التنفسية، وتأخر التطور، والتعويق الذهني. قد تهدد هذه المشاكل الصحية الحياة.

الأسس الوراثية

ينجم النمط ١ من حثل العضل التآثري عن ازدياد عدد المكررات الثلاثية CTG في المنطقة غير المرمزة لجين DMPK الموجود على الذراع الطويلة من الصبغي ١٩. يبلغ عدد المكررات الثلاثية CTG ٥-٣٤ في الأليل الطبيعي، أما في الأليل الطبيعي القابل للتطفر Mutable normal alleles فيبلغ عددها ٣٥-٤٩، ويكون هؤلاء الأشخاص لا عرضيين، أما أبناؤهم فيكونون عرضة لحدوث حثل العضل التآثري، فيما يكون عدد المكررات أكثر من ٥٠ في الأليل المرضي كامل الانتفاذ full penetrance alleles الذي يرافق حدوث المرض. ويكون عدد المكررات في النمط الخفيف ٥٠-١٥٠، وفي النمط التقليدي ١٠٠-١٠٠٠، وفي النمط الخلقي أكثر من ألف.

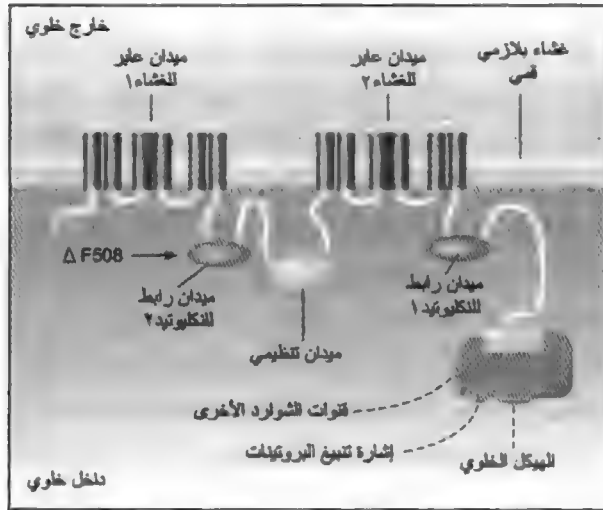
الجين CNBP (ZNF9) هو الوحيد الذي يعرف أن طفراته تسبب حثل العضل التآثري النمط ٢، وهو موجود على الصبغي ٣. يحتوي الإنترون ١ في الجين CNBP تكرارية معقدة، (TG)n(TCTG)n(CCTG). تسبب زيادة عدد مكررات CCTG حثل العضل التآثري النمط ٢. ويراوح طول المعقد CCTG في الأليل الطبيعي بين ١١ و٢٦، أما في الأليل الطبيعي القابل للتطفر فيبلغ عددها ٢٧-٧٤، ويكون عدد المتكررات ٧٥-١١٠٠ في الأليل المرضي الكامل الانتفاذ، لا يوجد حثل عضل تآثري خلقي في النمط ٢.

التشخيص

يشته في تشخيص النمط الأول من حثل العضل التآثري في الأشخاص الذين يعانون ضعف العضلات المميز للمرض،

الأمراض الوراثية الصبغية الجسدية المتنحية

محمد علي عجلوني



الشكل (١): شكل يبين البنية المفترضة لبروتين CFTR. يحوي البروتين ١٤٨٠ حمض أميني وعدداً من الميادين المنفصلة الكروية والعابرة للغشاء. يعتمد تفعيل CFTR على الفسفرة، ولا سيما عبر البروتين كيناز A. نشاط القناة محكوم بالميدانين الرابطين للنكليوتيد اللذين ينظمان فتح القناة. يرسو الطرف الكربوكسيلي (المكون من تريونين وأرجينين و لوسين) بتأثر رابط PDZ مع الهيكل الخلوي م محفوظة في تقارب شديد فيما بينها (الخطوط المتقطعة) إلى عدد من البروتينات المهمة. تؤثر هذه البروتينات المرافقة في وظائف CFTR التي تضم التوصيل وتنظيم القنوات الأخرى والتنبيه الإشعاعي والتوضع على الغشاء البلازمي القمي. يحوي كل ميدان عابر للغشاء ٦ حلزات ألفا عابرة للغشاء تشكل أجزاء منها المسام الممر للكلور. الميدان التنظيمي هو مكان فسفرة بروتين كيناز A. تحدث الطفرة F508del الشائعة على سطح الميدان الرابط للنكليوتيد ١

الهوائية والقنوات الصفراوية والأمعاء والقناة الناقلة للمني والغدد العرقية والقنوات المعنكية (البنكرياسية). تؤدي طفرة في الجين إلى خلل في بنية البروتين واختلال عمله في إفراز شاردة الكلور من الطبقة تحت المخاطية إلى قمة الخلايا الظهارية، فتتراكم الشاردة في الطبقة تحت المخاطية حابسة معها الماء؛ مما يؤدي إلى عدم كفاية إفراز الماء في اللعنة؛ ومن ثم تزداد لزوجة المفرزات سادةً بذلك القناة ومسببة أعراض المرض. وصفت نحو ١٩٠٠ طفرة في جين CFTR، أكثرها شيوعاً طفرة خبن الجين (F508del deletion).

الأعراض:

يسبب الاختلاف الكبير في طفرات الجين والعوامل البيئية اختلافاً كبيراً في مدى إصابة الرئتين والمعدة والأجهزة الأخرى؛ لذلك فإن طيف أعراض المرض واسع مع سيطرة الأعراض التنفسية والهضمية.

الأعراض التنفسية: السعال هو العرض التنفسي الأكثر مشاهدة، وترافقه أخماج متكررة في الطرق التنفسية التي

تضم هذه المجموعة عدداً من الأمراض، أكثرها أهمية:

- ١- التليف الكيسي cystic fibrosis.
- ٢- الداء المنجلي sickle cell anemia.
- ٣- التالاسيميا thalassemia.
- ٤- بيلة الفينيل كيتون phenylketonuria.
- ٥- داء تاي-ساكس Tay-Sachs disease.
- ٦- متلازمة الرّجّ وتوسع الشعيرات ataxia-telangiectasia syndrome.
- ٧- فرط التنسج الكظري الخلقي congenital adrenal hyperplasia.
- ٨- حمى البحر الأبيض المتوسط العائلية familial Mediterranean fever.
- ٩- فقر دم فنكوني Fanconi anemia.
- ١٠- رنج فريدرايخ Friedreich ataxia.
- ١١- ارتفاع الغالاكتوز في الدم galactosemia.
- ١٢- داء غوشر Gaucher disease.
- ١٣- أدواء اختزان الغليكوجين glycogen storage disease.
- ١٤- الصمم الوراثي hereditary hearing loss.
- ١٥- أدواء عديدة السكاريد المخاطي mucopolysaccharidosis.

١٦- تهدل الجلد الخلقي.

١٧- السماك الشائع.

١٨- داء ترسب الأصبغة الدموي.

١ - التليف الكيسي cystic fibrosis

يُعدّ التليف الكيسي أكثر الأمراض الوراثية المميتة شيوعاً في شعوب شمالي أوروبا والولايات المتحدة حيث يحمل فرد واحد من كل ٢٥ فرداً منهم جين المرض، ويصاب به واحد من كل ٢٥٠٠، في حين يصاب ١ من كل ١٩٠٠٠ في شعوب آسيا. يورث التليف الكيسي بطراز صبغي جسدي متنح، ويتوضع جين المرض في الذراع الطويلة من الصبغي ٧. يرمز الجين بروتيناً يكون قناة كلور ينظم عمله إنزيم cAMP، يسمى هذا البروتين بروتين التليف الكيسي العابر للغشاء والمنظم للعبور cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR) (الشكل ١).

الآلية المرضية:

يتوضع البروتين في قمة غشاء الخلايا الظهارية للطرق

تؤدي في نهاية الأمر إلى القصور التنفسي.

الأعراض الهضمية: يعاني ١٠-١٥% من الولدان المصابين بالتليف الكيسي انسداداً للفائفي (ileum) (الجزء الثالث والأطول من الأمعاء الدقيقة) بالعقي meconium، فيعاني الوليد انتفاخ البطن والقيء وعدم خروج العقي في الأربع والعشرين ساعة إلى الثماني والأربعين ساعة الأولى من الحياة.

يبيدي أكثر من ٨٥% من الأطفال المرضى أعراض سوء امتصاص بروتيني ودهني ناجم عن قصور غدد المعككة الخارجية الإفراز، وتشمل أعراضها تغطواً دهنياً كبير الحجم متكرراً مع عدم زيادة الوزن؛ على الرغم من الوارد الطعمي الجيد كما يعاني المرضى أرياحاً غزيرة، وبالفحص السريري يظهر في المريض تمدد (بروز) البطن، ونقص الكتلة العضلية، وسوء النمو وتأخر النضج.

السكري والتهاب المعككة المرتبطان بالتليف الكيسي؛

السبيل البولي التناسلي: يغلب أن يتأخر النضج الجنسي مدة سنتين وسطياً. يكون أكثر من ٩٥% من الذكور المصابين فاقد النطاف؛ لكن يحافظ المرضى على الوظيفة الجنسية عامة.

الغدد العرقية: يؤهب فقد الملح المفرط في العرق عند الأطفال الصغار لنوبات من نفاذ الملح؛ ولا سيما في أثناء نوبات التهابات المعدة والأمعاء وفي الطقس الحار. ويظهر هؤلاء الأطفال قلاءً ناقص الكلور ويشكل نقص الصوديوم عامل اختطار؛ ولا سيما في المناخات الحارة. كثيراً ما يلاحظ الآباء بلورات الثلج على جلد أطفالهم، وقد يشعرون بالطعم المالح عند تقبيلهم.

التشخيص والتقييم:

يلخص الجدول التالي المعايير التشخيصية للتليف

الكيسي:

المعايير التشخيصية للتليف الكيسي
وجود ملامح سريرية نموذجية (تنفسية أو معدية معوية أو بولية تناسلية)
أو قصة تليف كيسي في شقيق
أو اختبار تحري وليد إيجابي
إضافة إلى: دليل مخبري على وجود خلل في وظيفة بروتين CFTR
أو تركيزان مرتفعان لشاردة كلور العرق في يومين منفصلين
أو تحديد طفرتين في جين CF

المعالجة:

تشمل المعالجة: الصادات لمعالجة الأخماج، والإنزيمات المعيشية، والمعالجة الفيزيائية والمراقبة الدورية للتدخل الفعال والمبكر حين اللزوم.

التوعية الوراثية:

١- اختطار عودة المرض في العائلة في الحالات التالية:

١- إن إصابة الشخص بالمرض يعني أن كلاً من والديه يحمل طفرة الجين CFTR:

- وفي هذه الحالة يحتمل إنجاب شقيق مصاب بالمرض بنسبة ٢٥%.

- يحتمل إنجاب شقيق حامل لطفرة واحدة للمرض بنسبة ٥٠%.

٢- إذا كان قرين المريض سليماً وغير حامل لطفرة واحدة؛ يكون احتمال إنجاب طفل مصاب بالمرض نادراً جداً، ولكن يكون جميع أبناء المصاب في هذه الحالة حَمَلَة CARRIER.

- التشخيص قبل الولادة:

أ- التشخيص الجزيئي بتحري طفرة في جين التليف الكيسي في الخلايا الجنينية التي يُحصل عليها ببزل السلى AMNIOCENTESIS في الأسبوع ١٥-١٨ من الحمل أو من أخذ عينة من الزغابات المشيمية CHORIONIC VILLUS SAMPLING (CVS) في الأسبوع العاشر من الحمل.

ب- التشخيص الجزيئي قبل التعشيش: يجري على خلية واحدة يُحصل عليها بعد تلقيح بيضة الأم بنطفة الأب في المخبر، فإذا تبين أن البيضة الملقحة تحمل طفرتي الجين؛ لا تزرع في رحم الأم، وتزرع البيضة الملقحة السليمة.

٢- الداء المنجلي Sickle cell anemia

هو أكثر الأمراض الوراثية الأحادية الجين شيوعاً في الأمريكيين الأفارقة؛ إذ يصيب واحداً من ٣٧٥ فرداً من أصل إفريقي. كما أنه شائع في سورية ولا سيما في المنطقة الساحلية. يورث بطراز صبغي جسدي متنحٍ، وينجم عن طفرة نقطية في النوكليوتيد الثاني من الرامزة ٦ من جين β globin المتوضع على الصبغي ١١. يسبب استبدال الحمض الأميني الغلوتامين GTG بالفالين GAG في النوكليوتيد إنتاج هيموغلوبين شاذ يسمى الهيموغلوبين المنجلي أو الهيموغلوبين S الذي يتبلر polymerization بعد نزع الأكسجين منه مغيراً شكل الكرية الحمراء فتصبح منجلية الشكل بعد أن كانت محدبة الوجهين، فلا تستطيع عبور الأوعية الدموية الدقيقة، فتسدها سداً متقطعاً أو دائماً مسببة نقص تروية نسيجية وخللاً حاداً ومزمناً في وظائف أعضاء الجسم، كما يقصر عمر الكرية الحمراء

الجزئي: فيستخدم لتشخيص فقر الدم المنجلي قبل الولادي.

العلاج:

أ- الهيدروكسي يوريا هو دواء مثبط للنقي، وهو الدواء الوحيد الثابت الفعالية في إنقاص تواتر نوبات الألم المنجلي. ب- زرع الخلايا الجذعية المكونة للدم hematopoietic (HSCT) stem cell transplantation هو العلاج الشافي الوحيد لفقر الدم المنجلي.

ج- نقل كريات الدم الحمر: يستخدم في علاج المضاعفات الحادة كالتلازمة الصدرية الحادة، ونوبة انعدام التنسج، والسكتة الحادة واحتجاز الطحالي.

الخلّة المنجلية sickle cell trait

يتأثر إنتاج الهيموغلوبين S بعدد جينات α -thalassemia الموجودة وغيرها وبكمية HB S. بالتعريف إذا كان مستوى الهيموغلوبين S في الأفراد أقل من ٥٠؛ يقال: إنهم مصابون بالخلّة المنجلية، ويكون عمرهم المتوقع طبيعياً، ويندر جداً أن تظهر فيهم مضاعفات خطيرة.

التوعية الوراثية:

أ- اختطار التوريث:



الشكل (٢): طفل مصاب بفقر دم منجلي يُظهر متلازمة اليد والقدم (التهاب الإصبع).

المنجلية؛ مما يؤدي إلى فقر الدم الانحلالي.

يكون المصاب بفقر الدم المنجلي متماثل الألائل homozygote اي HB SS؛ إذ تصل عنده نسبة الهيموغلوبين المنجلي إلى نحو ٩٠، وينجم عن وراثة جين الهيموغلوبين S من كلا الوالدين اللذين يكونان حاملين للمرض.

يكون نحو ثلث المصابين بفقر الدم المنجلي متغايري الألائل المركب compound heterozygote؛ فيرث المريض إضافة إلى اليل الهيموغلوبين S اليلاً طافراً آخر مثل بيتا تالاسيميا β -thalassemia أو هيموغلوبين C أو هيموغلوبين D لوس أنجلوس، أو هيموغلوبين E أو هيموغلوبين O العربي. وتسيطر في هؤلاء المرضى أعراض فقر الدم المنجلي؛ لأن كميات الهيموغلوبين المذكورة المرافقة قليلة (أقل من ٥٠ % من مجمل هيموغلوبين الكرية الحمراء)، ويسمى مرضهم الداء المنجلي. يكون لجزء الهيموغلوبين الطبيعي في الكريات الحمر شكل عالي النوعية يسمح له بنقل الأكسجين في الجسم، ولا تتأثر جزيئات الهيموغلوبين الواحدة مع الأخرى، في حين يؤدي وجود الهيموغلوبين S إلى تغيرات شكلية في «رباعية قسيمات» tetramer الهيموغلوبين (يتألف جزئ الهيموغلوبين الطبيعي من ٤ سلاسل غلوبين: اثنتان ألفا، واثنان بيتا)، وفي حالة نقص الأكسجين تتأثر جزيئات الهيموغلوبين S فيما بينها مشكلة بلمرات polymers قاسية معطية الكريات الحمر شكلها المنجلي المميز.

المظاهر السريرية لفقر الدم المنجلي HB SS

الألم المنجلي: الملح السريري الرئيس لفقر الدم المنجلي هو الألم المرتبط بالانسداد الوعائي الحاد وهو ألم لا يهدأ، يحدث في أي جزء من الجسم؛ ولا سيما في العظام، وهو أكثرها حدوثاً، وفي الصدر (الم جنبى) وفي البطن وغيرها. يرافق الألم حمى معتدلة تستمر عدة ساعات حتى عدة أيام. ومن العوامل المؤهبة لحدوث النوبة الخمج والتجفاف والتعرض للبرد والطمث والولادة.

المضاعفات:

- ١- نوبة انعدام التنسج aplastic crisis.
- ٢- الاحتجاز الطحالي splenic sequestration.
- ٣- الأخماج ولا سيما الأخماج الرئوية.
- ٤- الحوادث الوعائية الدماغية.
- ٥- المضاعفات العظمية مثل متلازمة اليد والقدم (الشكل ٢).

التشخيص:

يوضع التشخيص عادةً برحلان الخضاب. أما التشخيص

أ- إن الإصابة بفقر الدم المنجلي متماثل الألائل HB SS: يعني أن المصاب ورث أليلاً طافراً من كلا والديه.
أ- في هذه الحالة يقدر احتمال إصابة أبناء المريض بالمرض بـ ٢٥%.
ب- اختطار إصابة أولاد المريض متماثلي الألائل بالمرض مهمة: إذا كان القرين غير حامل للطفرة، لكن جميع أولاد المصاب يكونون حَمَلَة.

التشخيص قبل الولادة:

يمكن بتحليل DNA الخلايا الجنينية التي تؤخذ من بزل السلى أو خزعة الزغابات المشيمائية CVS. يجب قبل تحليل دنا الجنين تحديد طفرات الوالدين الحاملين. الاستشارة الوراثية الرسمية ضرورية: إذا كانت الأم حاملة لكن الأب غير موجود أو لا يعرف إن كان حاملاً للمرض أو لا.

التشخيص الجزيئي قبل التعشيش:

قابل للتطبيق باستخدام طرائق PCR و restriction fragment length polymorphism (RFLP) على خلية جنينية واحدة.

٣- التالاسيميا

هو مجموعة من الاضطرابات الجينية تتشارك فيما بينها بخلل في إنتاج سلاسل الغلوبين وحدوث عدم توازن بين إنتاج السلاسل α و السلاسل β المشكلتين لجزيء الهيموغلوبين. تنجم متلازمات بيتا تالاسيميا عن نقص إنتاج السلاسل بيتا غلوبين، مما يؤدي إلى زيادة نسبية في السلاسل ألفا غلوبين، كما تنتج متلازمات التالاسيميا α عن نقص إنتاج السلاسل α .

تسبب أكثر من ٢٠٠ طفرة نقص الغلوبين أو غياب إنتاجه. ومع أن معظم الطفرات نادرة؛ فإن أكثر من ٢٠ طفرة شيوفاً تشكل ٨٠% من أمراض التالاسيميا المعروفة والمنتشرة في أنحاء العالم.

يحمل ٣% من سكان العالم أليلاً طافراً في جين بيتا تالاسيميا. يورث مرض التالاسيميا بطراز وراثي صبغي جسدي متنح.

يشيع ألفا تالاسيميا في شعوب إفريقيا والهند الصينية وماليزيا والصين في حين يشيع بيتا تالاسيميا في الشعوب الإفريقية وشعوب الشرق الأقصى والشرق الأوسط وشبه القارة الآسيوية.

التظاهرات السريرية لبيتا تالاسيميا:

تعتمد الأعراض على غياب سلاسل بيتا (β^0) أو نقص

تركيب السلسلة بيتا غلوبين (β^0) في الهيموغلوبين.

١- التالاسيميا بيتا الكبرى أو فقر دم كولي أو التالاسيميا بيتا متماثلة الألائل: تنجم عن وراثة الطفل المصاب أليلين طافرين- واحداً من كل والد- وكل أليل منهما محمول على الصبغي ١١ الذي يرمز بروتين السلسلة بيتا من الهيموغلوبين. تبدأ أعراض المرض بالظهور في سن بين ٦- ١٢ شهراً من العمر، ويظهر التشخيص جلياً بعمر السنتين حين تتجلى الأعراض بفقر الدم والشحوب والتعب وتأخر النمو وضخامة البطن الناجمة عن الضخامة الكبدية الطحالية، والخمج، واليرقان. يظهر في سن الطفولة وفي البالغين فقر الدم الشديد والخمج والتعب وتأخر النمو والوجه المميز للمرض (فرط تنسج الفك العلوي، تسطح جسر الأنف، بروز الجبهة) وضخامة الكبد والطحال وضخامة القلب والألم البطني وقرحات الساقين وتخلخل العظم وتحميل الحديد المفرط في أجهزة جسم المريض. ويكون هؤلاء المرضى في اختطار مهم لإصابتهم بخمج كاسح مميت يحدث غالباً بعد استئصال الطحال. يستلزم فقر الدم الشديد نقل الدم المتكرر. ويكون وسطي حياة الأطفال المصابين بفقر دم كولي Cooley غير المعالجين أقل من أربع سنوات.

ب- التالاسيميا الوسطى intermediate (متغيرة الألائل المركبة compound heterozygote): تنجم عن وراثة طفرتين: واحدة وخيمة وواحدة خفيفة أو عن وراثة طفرتين خفيفتي التأثير، أو تنجم أحياناً عن وراثة توليفات معقدة كالتالاسيميا ألفا وبيتا.

الأعراض السريرية: هي ضخامة القلب وتخلخل العظام والكسور والتهاب المفصل، وفي بعض الحالات ضخامة الطحال وفقر الدم الذي لا يتطلب نقل الدم المزمن.

ج- التالاسيميا الصغرى T.minor (خلة التالاسيميا بيتا أو التالاسيميا بيتا متغيرة الألائل heterozygote): يحمل الفرد أليلاً طافراً وأليلاً طبيعياً في جين بيتا غلوبين. يكون المريض لا عرضياً؛ لكنه قد يعاني فقر دم خفيفاً.

د- حامل بيتا تالاسيميا الصامت: لا يشكو أعراضاً باستثناء وجود انخفاض مشعرات الكريات الحمر في المريض، تكون الطفرة المسببة من النمط الخفيف جداً، وتمثل β^0 thalassemia.

تشخيص التالاسيميا بيتا:

تُشخّص التالاسيميا بيتا الكبرى برحلان الهيموغلوبين الذي قد يكشف المرض مبكراً بتحري الولدان حيث تكشف

سيطرة الهيموغلوبين الجنيني Hb F (2% A2 و 98% F). يعاني الرضع بعد مرحلة الوليد فقر الدم الانحلالي المترقي، وفي لطاخة الدم المحيطي تكون الكريات الحمر صغيرة، ناقصة الصباغ، منواة، كما يشاهد تبكل الكريات المتفاوتة anisopoikilocytosis (كريات حمر متطاولة أو على شكل قطرة الدمع).

يعتمد التشخيص في التالاسيميا بيتا الوسطى على تركيز متوسط هيموغلوبين المريض وفقر الدم الصغير الكريات وتركيز الهيموغلوبين الجنيني بين 70-95% و HbA₂ 2% وأثر من Hb A.

فقر الدم خفيف جداً في التالاسيميا الصغرى، مع ارتفاع الهيموغلوبين A2 وتركيز الهيموغلوبين F مرتفع على نحو متفاوت. ويعتمد تشخيص التالاسيميا الصامتة على ارتفاع الهيموغلوبين A2 (A2 = 3,3-3,5%).

يوصى بعدم الاكتفاء برحلان الهيموغلوبين في تشخيص التالاسيميا، ويتأكد التشخيص بكشف طفرات جين بيتا غلوبين مع كشف (المعدلات الجينية الشائعة gene modifiers للنمط الظاهري) وإحالة عينات الدنا DNA إلى مخبر مرجعي؛ مع إجراء الاختبارات للوالدين ولأفراد العائلة. ويجب بعد وضع التشخيص النهائي أن تخضع العائلة للتوعية الوراثية.

تدبير التالاسيميا ومعالجتها:

يجب إثبات تشخيص التالاسيميا سريرياً ومخبرياً قبل البدء بعلاج المريض الذي يعتمد على نقل الدم المتكرر. وينقل الدم بفترات 3-4 أسابيع وسطياً بحيث يُحافظ على هيموغلوبين قبل النقل بين 9,5 و 10,5 غ/دل. ويراقب حمل الحديد المفرط، ويجب البدء بالمعالجة الخالبة للحديد منذ أن يصبح المريض مضطرب الحمل بوضوح، الأمر الذي يحدث بعد سنة من بدء نقل الدم، ويكون فريتين ferritin المصل أكثر من 1000 نانوغرام/مل.

التوعية الوراثية:

١ - اختطار التوريث:

أ- احتمال إصابة شقيق المريض 25%

ب- احتمال إصابة أبناء المريض: لا خطورة إلا إذا كان القرين حاملاً طفرة جين البيت غلوبين؛ إذ يصبح احتمال إنجاب طفل مصاب 50% وطفل حامل للمرض 50%.

٢- التشخيص قبل الولادي: متوفر للعائلات ذوات اختطار إصابتهم ببيتا تالاسيميا الكبرى بعد التأكد من أن الوالدين حملة بالتشخيص الجزيئي. يجري التشخيص الجزيئي في

الجنين على خلايا جنينية تؤخذ ببزل السلى أو من عينات من الزغابات المشيمائية، كما يمكن تحري طفرات جين بيتا غلوبين على خلايا جنينية تؤخذ من دم الأم الحامل. التشخيص الجزيئي قبل الولادي معقد بسبب وجود التعدد الأليلي لطفرات التالاسيميا (وجود أكثر من 200 طفرة).

٣- يتوفر التشخيص الوراثي منذ إجراء الإلقاح في الأنبوب قبل التعشيش للحمول ذات الخطورة، ويتطلب مسبقاً تحديد الطفرات المسببة للمرض في العائلة.

٤ - بيلة الفينيل كيتون phenylketonuria (PKU)

- تورث بنمط صبغي جسدي متنح، ويكون الوالدان حاملة بالضرورة.

- العيب الأساسي: ينجم المرض عن طفرة في جين phenylalanine hydroxylase (PAH) المتوضع على الذراع الطويلة من الصبغي ١٢ (12q24.1)؛ إذ تسبب هذه الطفرة خللاً في إنزيم PAH؛ مما يؤدي إلى ارتفاع تركيز حمض أمين فنيّل ألانين بسبب غياب التحفيز الضروري لقلب الفينيل ألانين إلى تيروزين.

- حُدث أكثر من 400 طفرة مختلفة في جين بيلة الفينيل كيتون PAH (خُبُون deletions و غُرُوز insertions و طفرات مغلطة missense و طفرات مضافة splicing و طفرات هُرائية nonsense).

المظاهر السريرية:

يعاني المرضى تخلفاً عقلياً عميقاً، وعجزاً نفسياً حركياً، وصغر الرأس، وتأخر الكلام، ونوبات اختلاج، ويكون لون الجلد والشعر والعيون فاتحاً بسبب نقص تشكّل صباغ الميلانين الناجم عن عدم تشكّل التيروزين (الشكل ٣). تفوح رائحة العفن أو البول من الجسم بسبب إفراغ حمض فينيل أسيتيك في العرق والبول. ويلاحظ أحياناً القيء والهيوجية والأكزمية، وموجودات عصبية خفيفة حتى في الأطفال المعالجين، وتتجلى بمنعكسات مضربة التوتر، والرعاش القصدي. أما المشاكل السلوكية فتتظاهر على شكل سلوكيات شبيهة بالذاتوية autism وفرط النشاط، والهياج والعدوانية. ومن أشكال بيلة الفينيل كيتون شكل خاص بالأطفال يسمى بيلة الفينيل كيتون الأمومية maternal phenylketonuria تكون فيه الأم الحامل مصابة بالمرض، ولا تعالج معالجة كافية، فينتقل الفينيل ألانين إلى الجنين عبر المشيمة مسبباً المرض مع أنه سليم جينياً (الشكل ٤).

تشمل الأعراض الظاهرة في الجنين ثم الوليد تأخر النمو داخل الرحم وصغر الرأس وتشوهات قلبية. وبعد الولادة



الشكل (٣): يبين ثلاثة رجال مصابين بـ PKU غير معالجين يُظهرون درجات مختلفة من التخلف العقلي.



الشكل (٤): أم مصابة بـ PKU غير مطاوعة للعلاج و طفلها المصاب بصغر راس و تخلف عقلي

- أ- يصاب شقيق المريض بنسبة ٢٥٪ من الحالات.
- ب- يصاب شقيق حامل للمرض بنسبة ٥٠٪.
- ج- ويبقى شقيق المريض سليماً في ٢٥٪.
- ٢) ذرية المريض: ليس هناك احتمال أن يورث حامل المرض المرض لأبنائه إلا إذا كان القرين حاملاً للمرض، وعندها
- يحتمل إصابة الجنين بنسبة ٥٠٪ وأن يحمل المرض ٥٠٪.
- ٣) كل أبناء الأمهات المصابات ببيلة الفينيل كيتون حملة بالضرورة، ولما كان احتمال أن يكون الأب حاملاً للطفرة هو

يتأخر النمو وتبدو أعراض عصبية وتأخر نفسي حركي وتشوهات وجهية خلقية خفيفة.
ولتجنب الإصابة بهذا المرض في الأطفال يوصى بالمحافظة على مستوى الفينيل ألانين في الدم بين ٢-٦ مغ/دلى.

التشخيص:

يجري تحري الولدان الشامل في بقعة دم مأخوذة من عقب الوليد للكشف، كما يمكن تطبيق طريقة مقياس الطيف الكتلي الترادفي Tandem mass spectrometry. يهدف التشخيص الجزيئي إلى إثبات تشخيص المرض وكشف الحامل في أقارب المريض والتشخيص قبل الولادي، وتحدد الطفرة بطرائق البيولوجيا الجزيئية المختلفة.

المعالجة:

الأساس في علاج PKU هو نظام غذائي منخفض الفينيل ألانين (الشكل ٥).

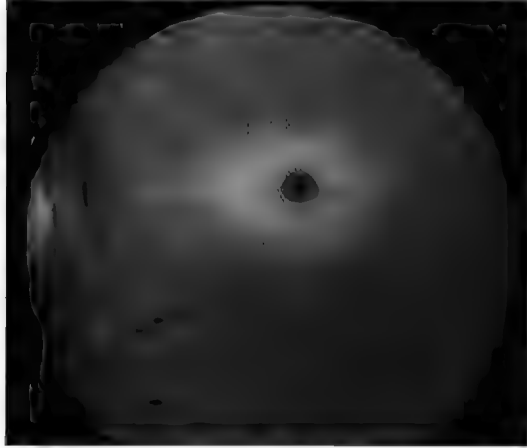
التوعية الوراثية:

- ١- اختطار إصابة أفراد العائلة:
- أ) شقيق المريض:



الشكل (٥): يبين ثلاث إناث معالجات بشكل ناجح: من اليمين إلى اليسار: الأولى بعمر ٤ سنوات، الثانية بعمر ٦ سنوات، الثالثة بعمر ١٦ سنة

الوقوف والجلوس والكلام. ثم تظهر الاختلاجات والعمى والصمم ويقع الكرز الحمراء في كل المرضى تقريباً (الشكل ٦)، وهي بقعة حمراء في قعر العين ترى بالتنظير ناجمة عن ترسب مادة شحمية في هذه المنطقة من الشبكية.



الشكل (٦): يبدى البقعة الحمراء الكرز في النقطة المركزية من البقعة الشبكية من قعر عين رضيع مصاب بمرض تاي ساكس.

التشخيص:

يوضع التشخيص بعبارة الإنزيم في المصل أو الكريات البيض، وإذا كانت النتيجة غير طبيعية؛ يؤكد التشخيص بتحري الطفرة.

التدبير:

داعم على نحو رئيس كالإمالة والتغذية الكافيتين، ومعالجة الأخماج وحماية الطرق الهوائية والسيطرة على الاختلاجات والوقاية من الإمساك.

التوعية الوراثية:

احتمال اختطار حدوث المرض في شقيق المريض: ٢٥٪، ولا يبقى المريض حياً إلى سن الإجاب.

يجري التشخيص قبل الولادي إذا أبدت معايرة إنزيم HEX A حالة تخالف الألائل في الأبوين، ثم يُجرى التحليل الإنزيمي (غياب الإنزيم) على الخلايا الأمتيوسية أو على خلايا الزغابات المشيمية المزروعة. كما يمكن إجراء تحليل DNA إذا حددت إحدى الطفرات الشائعة في العائلة، وهي الطريقة المفضلة، وأقل عرضة للخطأ. التشخيص الجزيئي قبل التعشيش متوفر.

٦ - متلازمة الرنح وتوسع الشعيرات Ataxia-telangiectasia syndrome

تُعد هذه المتلازمة أكثر أسباب الرنح المخيخي في سن الطفولة شيوعاً، ويقدر انتشارها بنسبة ١ من ١٠,٠٠٠-١٠٠,٠٠٠ ولادة حية.

٣٠/١ بحسب الإحصائيات العلمية؛ يكون احتمال أن تلد الأم طفلاً مصاباً بالمرض بنسبة ٦٠/١ (٢/١ - ٣٠/١).

٢- التشخيص قبل الولادي:

١- تشير بعض العلامات المشاهدة بتخطيط الصدى ultrasonography في الجنين (مثل تأخر نمو داخل الرحم، وصغر الرأس والتشوه القلبي) إلى PKU أمومي.

ب- تحليل طفرات جين PAH على الخلايا الجنينية التي تؤخذ ببزل السلى أو بخزعة الزغابات المشيمائية CVS شريطة أن تحدد الطفرة مسبقاً في أحد أفراد العائلة. كما يمكن تحديد الطفرة تحديداً غير مباشر حين عدم القدرة على تحديد الطفرة المباشر بواسطة جينية genetic markers.

ج- التشخيص الجزيئي قبل التعشيش متوفر حين إمكان تحديد الطفرة في العائلة.

ومن أشكال بيلة الفينيل كيتون شكل خاص بالحوامل يسمى بيلة الفينيل كيتون الأمومية؛ تؤدي الاضطرابات الناجمة عن ارتفاع الفينيل الانين في دم الحبل إلى تأخر نمو داخل الرحم وصغر الرأس وتشوهات قلبية وتأخر نمو بعد الولادة وأعراض عصبية وتأخر نفسي حركي وملامح تشوهات وجهية قحفية خفيفة، لذلك يوصى بالمحافظة على مستوى فينيل الانين في دم الحامل بين ٢-٦ مغ/دل.

٥ - داء تاي- ساكس Tay-Sachs disease

اضطراب وراثي عصبي تنكسي ينجم عن اختزان الـ GM2 gangliosides المفرط ضمن يحلولات lysosomes الخلايا، سببه عوز إنزيم hexosaminidase A..

وراثيات المرض وعيوبه الأساسية:

١- يورث بطراز صبغي جسدي متنح.
٢- العيب الكيميائي الحيوي: عوز نظير إنزيمي isoenzyme هو A. hexosaminidase.

٣- الأساس الجيني: طفرات في جين HEXA الموجود على الذراع الطويلة من الصبغي الخامس عشر (15q23-q24) الذي يؤدي إلى عوز HEX A (αβ). حدّد أكثر من ١٠٠ طفرة في جين هذا المرض (HEXA) الذي يشيع في اليهود الأشكناز.

التظاهرات السريرية:

يبدو الرضع المصابون طبيعيين حتى نحو ستة أشهر من العمر باستثناء رد فعل مبالغ فيه تجاه الضجيج يكون واضحاً بعد فترة وجيزة من الولادة. يبدأ بعد ذلك ظهور تأخر التطور الحركي النفسي، ويعمّر السنة يفقد المرضى القدرة على

وراثيات المرض والعيوب الأساسية:

١- يورث بطراز صبغي جسدي متنح.

٢- وجود تعدد جيني، فهناك خمسة جينات على الأقل تسبب المرض.

٣- السبب: طفرات في جين ATM المتوضع في 11q22.3؛ إذ يفقد المرضى وظيفة بروتين هذا الجين بالكامل. تنجم معظم حالات المرض عن عدد صغير من الطفرات.

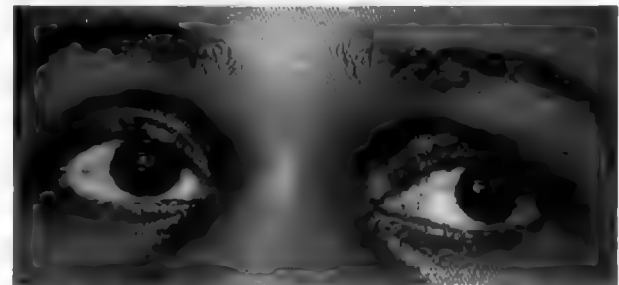
- الفيزيولوجيا المرضية: ارتفاع حساسية خلايا المريض تجاه اشعة X وبعض المواد الكيميائية المحاكية للإشعاع ارتفاعاً شاداً؛ مما يؤدي إلى حصول كسور في الصبغيات وفي شِقِّ الصبغي chromatid، في حين تكون حساسيتها تجاه التشعيع فوق البنفسجي طبيعية.

يرواح طيف طفرات جين ATM بين هُرائية nonsense تسبب جُذع البروتين truncated، ومُغلطة، ومُضغرة، ومُؤسَّسة founder وجديدة. وتختلف شدة الأعراض وسير المرض باختلاف الطفرة المسببة.

الأعراض السريرية:

الرَنَحُ المخيخي هو العرض المُنبئ، وهو بطيء الترقى، يسبق فيه الرَنَحُ الجذعي رَنَحَ الأطراف وعدم التناسق المحيطي، ويكون ترنح الرأس والجذع حين الوقوف والجلوس هو العلامة المبكرة للمرض. أكثر ما يصيب توسع الشعيرات: شعيرات الملتحمة العينية، يليها الأنف والأذن، وخلف الركبة، وتلاحظ في عمر بين ٣-٦ سنوات؛ أي بعد سنوات قليلة من ظهور الرَنَح (الشكل ٧).

تكثر إصابة المرضى بأخماج رئوية وجيبية، وتكون التوتة (التيوموس) فيها صغيرة تشبه التوتة المُضغية مع ما يرافق ذلك من مشاكل لعيوب في المناعة الخلطية والخلوية. تؤلف الخباثة السبب الثاني للوفاة في سن اليافع بعد توسع القصبات المعرقل بالتهاب الرئة؛ إذ يصاب نحو ثلث المرضى بخباثة على رأسها الخباثة الدموية، كما يبدو في المرضى مظهر الشيخوخة ageing المبكر، وانتشار الشعر الرمادي،



الشكل (٧): ذكر مصاب برَنَح توسع الشعيرات لديه توسع شعيرات في الملتحمة ومرض رئوي مزمن يتطلب الدعم بالأكسجين.

والتبدلات الصباغية في الجلد.

التشخيص:

يوضع التشخيص بوجود عيوب مناعية خلطية وخلوية، وارتفاع مستوى ألفا فيتوبروتين alpha-fetoprotein، وارتفاع المستوى المصلي للمستضد المضفي السرطاني antigen embryonic cancer، وتحليل الطفرة في جين ATM، والكسور الصبغية العفوية في تحليل الصبغيات، والموجودات النوعية في تخطيط العينين الكهربائي.

التدبير:

ليس هناك علاج شافٍ. تعالج الأخماج بالصادات، ويتوقى منها بإعطاء الغلوبولين المناعي بانتظام، ويُشدّد على النظافة الصحية الصارمة للوقاية من الإصابات الرئوية في المرضى المصابين بتوسع القصبات؛ وعلى المراقبة المنتظمة للكشف عن السرطان. يصبح الطفل بحاجة إلى كرسي متحرك بعمر عشر سنوات.

التوعية الوراثية:

اختطار عودة المرض:

عودة المرض في شقيق المريض بنسبة: ٢٥٪.

ثلثا الأشقاء غير المصابين حَمَلة.

لا يصل معظم المرضى سن الإنجاب.

التشخيص قبل الولادي: ارتفاع مستوى ألفا فيتوبروتين في مصل الأم، ظهور الكسور الصبغية في الخلايا الأميوسية، تحليل DNA في الجنين (بزل السلى أو خزعة الزغابات) ممكن إذا حُدثت الطفرة في العائلة، والتشخيص الجزيئي قبل التعشيش متوفر.

٧- فرط التنسج الكظري الخلقي Congenital adrenal hyperplasia

تنجم ٩٠٪ من حالات فرط التنسج الكظري الخلقي CAH عن عيب في تشكّل إنزيم ٢١ هيدروكسيلاز وتنجم ١٠٪ من الحالات عن أربعة أعواز إنزيمية أخرى لها علاقة بالتركيب الحيوي للمستيرويد؛ إضافة إلى عيب في البروتين الناقل للكولستيرول. يراوح وقوع فرط التنسج الكظري الخلقي المدرسي (الكلاسيكي) الناجم عن عوز ٢١ هيدروكسيلاز من ١ من كل ١٢٠٠٠-١٥٠٠٠ ولادة حية.

وراثيات المرض وعيوبه الأساسية:

١- ينتقل المرض في العائلة بطراز صبغي جسدي متنح.

٢- الأساس الجزيئي والكيميائي الحيوي:

هناك جينان لمستيرويد ٢١ هيدروكسيلاز: جين CYP21p (CYP21A1, CYP21A2) وجين CYP21B.



الشكل (٨): انثى (46,XX) مصابة بفرط التنسج الكظري الكلاسيكي تبدي درجة متقدمة من الترجل.

انخفاضاً لا يناسب مستوى الرنين.

التشخيص:

يعتمد تشخيص عوز ٢١ هيدروكسيلاز على نحو موثوق على قياس ١٧ هيدروكسي بروجستيرون قبل ٣٠ و ٦٠ دقيقة وبعد ٣٠ و ٦٠ دقيقة من إعطاء جرعة وريدية من ١٢٥، ٠، ٢٥، ٠، ٢٥ مغ من (ACTH1-24) cosyntropin.

يتوفر التتميط الجيني genetic typing في المختبرات، وقد يساعد على إثبات التشخيص؛ لكنه كبير التكلفة، وقد يتطلب إجراؤه أسابيع؛ لأن التطاير transmutation الجيني الذي يولد معظم الطفرات قد ينقل أكثر من طفرة واحدة، ويجب على الأقل تحري الطفرة في أحد الوالدين إضافة إلى تحديد الطفرات الموجودة على كل أليل. يكشف تجمع مكون من ٩ طفرات شائعة نحو ٩٠-٩٥٪ من الألائل المسببة للمرض في الأفراد المصابين والحاملة. تكشف السلسلة الكاملة للجين الطفرات النادرة التي لم يكشفها تحري الطفرات التسع الشائعة.

تحري الولدان:

يعاير بوساطة ١٧ هيدروكسي بروجستيرون في الدم المجفف المأخوذ من وخز عقب الوليد والذي تمتصه بطاقة مرشحة. يعاد التحليل بعد أسبوعين مع الشوارد في الولدان ذوي المستويات غير الطبيعية. تقي هذه الاختبارات الولدان وقاية فعالة من العديد من حالات نوبات قصور الكظر؛ ولا سيما في الذكور المصابين.

لا يكشف اختبار التحري على نحو موثوق الشكل غير المدرسي (الكلاسيكي) للمرض ولا يحدث هذا الشكل عادة قصور الكظر، فليس له أهمية سريرية يعتد بها.

CYP21. تنجم أكثر من ٩٠٪ من الطفرات المسببة لعوز ٢١ هيدروكسيلاز عن حادثة التآشب recombination بين CYP21 و CYP21P. يكون نحو ٢٠٪ من الطفرات على شكل خُبون deletions في حين تنجم بقية الطفرات عن نقل غير متبادل nonreciprocal لطفرات مؤذية من CYP21P إلى CYP21. تمنع طفرات عديدة تركيب الإنزيم تركيباً كاملاً، وتكون طفرات أخرى مغلطة (تؤدي إلى استبدال حمض أميني بآخر) ينجم عنها فعالية إنزيمية تراوح نسبتها بين ١-٥٠٪ من الحد الطبيعي.

٣- الأعراض السريرية:

تختلف الأعراض السريرية باختلاف الطفرة المسببة للمرض (أي إن هناك ترابطاً بين الأعراض السريرية والنمط الجيني للمرض). ففي الشكل المدرسي (الكلاسيكي) للمرض (٩٥٪ من الحالات) تكون أهم المشكلات هي تراكم الـ androstenedione الذي يتحول خارج الغدة الكظرية إلى تستستيرون. تبدأ هذه المشكلة في الأجنة المصابة في الأسابيع ٨-١٠ من الحمل، وتؤدي إلى اضطراب تطور الجهاز التناسلي في الإناث، فتصبح الأعضاء الظاهرة منه مُدَكَّرَة (الشكل ٨). تولد الأنثى ولديها ضخامة بظر قد يشبه القضيب، والتحام الشفرين التحاماً جزئياً أو كاملاً. يبدو الرضع الذكور المصابون طبيعيين حين الولادة، وقد لا يشخص المرض حتى ظهور علامات قصور الكظر؛ بسبب احتمال تدهور حالة المصابين السريع، واحتمال وفاة الذكور أكثر من احتمال وفاة الإناث، ومن هنا تأتي أهمية التحري الوليدي للمرض. يغلب أن يتأخر التشخيص في الذكور المصابين بالشكل المذكور البسيط لعوز ٢١ هيدروكسيلاز لأنهم يبدو طبيعيين، ويندر أن يحدث لديهم قصور كظر.

أما في الشكل غير المدرسي (الكلاسيكي) لمرض عوز ٢١ هيدروكسيلاز؛ فقد تحدث أعراض مشابهة، لكنها خفيفة لفرط الأندروجين، وتكون مستويات الكورتيزول والألدوستيرون طبيعية والأعضاء التناسلية في الإناث طبيعية حين الولادة.

الموجودات المخبرية:

تبدي الضحوص المخبرية الحماض الاستقلابي، وارتفاع البوتاسيوم، و١٧ هيدروكسي بروجستيرون الدم، والرينين، وانخفاض الصوديوم وسكر الدم، وانخفاض الكورتيزول في الشكل المضيق للملح، وانخفاض الألدوستيرون المصل

١٢٠ - احتمال أن يكون لهما طفل مصاب بالمرض ذاته نحو ١/١٠٠.

- احتمال أن ينجب طفلة مصابة ١/٢٤٠ تقريباً.

- تعتمد أرقام الاختطار على تقدير وقوع أفراد متخالفي الألائل لديهم طفرة واحدة في جين CYP21 بنسبة ١/٦٠ (هذه النسبة مشتقة من معطيات تحري الولدان).
٢- إذا كان الزوج ليس حاملاً أو ليس مصاباً: الاختطار غير مزداد.

٣- من الملائم في هذه الحالة إجراء الاختبار الوراثي الجزيئي لجين CYP21A2 للزوج لمعرفة حالته بالضبط مع الأخذ بالحسبان ارتفاع معدل حملة عوز ٢١ هيدروكسيلاز.
د - نسل من امرأة لديها الشكل غير الكلاسيكي للمرض، وهي متخالفة الألائل، مركبة إحدى طفرتي CYP21 وخيمة: اختطار أن يكون لديهم طفل مصاب بالشكل الكلاسيكي ١ من كل أربعة حمول (تصبح ١ من ٨ لولادة أنثى مصابة)، إذا كان الزوج حاملاً الشكل الوخيم لعوز ٢١ هيدروكسيلاز.

التشخيص قبل الولادي:

ممكّن في آخر الثلث الأول من الحمل بتحليل DNA المستخلص من اعتيان الزغابات المشيمائية chorionic أو في الثلث الثاني ببزل السلى. تجرى هذه الدراسة حين وجود طفل مصاب لدى الوالدين.

أ- تحديد المستويات الهرمونية في السائل السلوي:

١- ارتفاع ١٧ هيدروكسي بروجستيرون.

٢- ارتفاع الأندروستيونيديون.

ب - تنميط مستضد الكريات البيض البشرية (HLA).

ج- التشخيص الجزيئي:

يجب إجراء التشخيص الجزيئي للوالدين وللمستلفت قبل حصول الحمل لتحديد طفرتي المرض ولإثبات أن كلا الوالدين حاملان.

١ - يجرى التشخيص الجزيئي على الخلايا الجنينية المأخوذة باعتيان الزغابات المشيمائية CVS الذي يجرى في الأسبوع ١٠-١٢ من الحمل (مفضل لنتائجه المبكرة). أو تجرى على الخلايا الجنينية المأخوذة في الأسبوع ١٦-١٨ من الحمل.

٢- يُجرى التحليل لكلا الوالدين: لتحديد الطفرات المختلفة (فيما إذا كانت تتوضع على الأليل نفسه أو على الأليلين المتقابلين)، وللتمييز بين تماثل الألائل وفرداني الأليل hemizygote (أفراد يملكون طفرة على صبغي واحد وخين deletion على الصبغي الآخر).

يمكن تجاوز هذه الصعوبات بتطبيق اختبار أكثر دقة كطريقة الاستشراب السائل الذي يليه اختبار مقياس الطيف الكتلي أو بكشف طفرات الجين في دم الوليد المجفف.

العلاج:

يعالج عوز الكورتيزول بالسستيروئيدات السكرية (الهيدروكورتيزون) بجرعة ١٥-٢٠ مغ/م^٢/٢٤ ساعة عن طريق الفم توزّع إلى ٣ جرعات يومياً تزداد ضعفين إلى ثلاثة أضعاف؛ إذا تعرض الرضيع لخمج أو جراحة. تستمر المعالجة مدى الحياة في الشكل المدرسي، وقد لا يكون ذلك ضرورياً في المصابين بالشكل غير المدرسي ما لم تظهر أعراض فرط الأندروجين.

التوعية الوراثية:

١- اختطار عودة المرض في العائلة:

أ - تنطبق على المرض قواعد المرض الوراثي الصبغي الجسدي المتنحي.

١- معظم الآباء: متخالفو الألائل لديهم الليل واحد طبيعي وأليل واحد طافر.

٢- يكون لـ: ١٪ من المستلفتين probands (أول فرد مصاب في العائلة) والد واحد فقط متخالف الألائل؛ لأن ١٪ من الطفرات تحدث من جديد (غير مورثة من أي من الوالدين) do novo.

٣- يُلْفى - في بعض الحالات- والد لم يكن معروفاً سابقاً أنه مصاب، ووجد أنه مصاب بالشكل غير الكلاسيكي لعوز ٢١ هيدروكسيلاز.

ب - شقيق المريض:

١- حين يكون كلا والدي المستلفت حملاً:

- اختطار توريث كلا الأليلين الطافرين للطفل، ويكون مصاباً بنسبة ٢٥٪.

- اختطار توريث الليل واحد طافر، ويكون حاملاً غير مصاب بنسبة ٥٠٪.

٣ - احتمال أن يكون الشقيق غير المصاب حاملاً بنسبة ٢/٣.

٢- إذا كان أحد والدي المستلفت مصاباً والآخر حاملاً: - اختطار توريث كلا الأليلين الطافرين للطفل، ويكون مصاباً بنسبة ٥٠٪.

- اختطار توريث الليل واحد طافر، ويكون الطفل حاملاً بنسبة ٥٠٪.

ج - نسل من امرأة مصابة بعوز ٢١ هيدروكسيلاز كلاسيكي: ١- إذا كانت حالة الزوج غير معروفة:

التي تعود أصولها إلى البحر الأبيض المتوسط؛ ولا سيما اليهود والأتراك والأرمن والعرب والإيطاليين. مع التقدم في الاختبار الوراثي تأكد وجود طفرات (ح م ع) في جميع أنحاء العالم ولو أنه بتواتر أقل مما في حوض البحر المتوسط والشرق الأوسط. وتبدو أعراض المرض في معظم الحالات في الطفولة؛ إذ يتظاهر أكثر من ٩٠ ٪ من الحالات قبل سن العشرين.

التظاهرات السريرية:

الحمى، التهاب المصلية الذي يتجلى بإعراض ألم صدري جنبي أو ألم بطني وخيم أو التهاب المفصل والطفح. يكون الألم الجنبي في الحالات النموذجية أحادي الجانب في حين يكون الألم البطني معمماً أو متوضعاً في ربع واحد من البطن بما يشبه الأنواع الأخرى من التهاب الصفاق. يحدث التهاب المفصل المرافق لـ (ح م ع) غالباً في المفاصل الكبيرة، وقد يُصحب بانصباب غزير غني بالعدلات، ويكون عادة غير مخرب للمفصل. العلامة الجلدية المميزة هي الطفح الحمامي الشبيه بالحمرة، ويتوضع على الكاحل أو ظهر القدم. وتشمل الموجودات السريرية الأخرى الألم الصفني الناجم عن التهاب الغلالة الغمدية للخصية، والألم العضلي الحُموي، والألم العضلي المحدث بالجهد (ولا سيما في الأطفال)، وقد تصاحب المرض الأشكال الأخرى لالتهاب الأوعية التي تضم فرقرية هينوخ شونلاين في نحو ٥ من المرضى الأطفال. وقد تتعرض نوب (ح م ع) بالكرب أو الدورة الشهرية أو الأخماج، ويكون المرضى بين هجمات المرض طبيعيين عادة؛ لكن قد يستمر فيهم ارتفاع المشعرات الالتهابية.

يختلف تواتر النوب بين مرة أسبوعياً إلى مرة أو مرتين في السنة.

التشخيص:

يُغلب أن يشخص المرض سريرياً؛ مع الانتباه خصوصاً إلى مدة النوب ونكسها، والتأكد من الحمى والتهاب المصلية والتهاب الأغشية الزليلية والطفح الشبيه بالحمرة المميز والاستجابة إلى الوقاية بتناول الكولشيسين يومياً، وغياب العوامل المسببة الأخرى.

يمكن استخدام الاختبارات الوراثية دليلاً إضافياً في الحالات الغامضة؛ ولا سيما إذا كانت خبرة الطبيب السريرية ضئيلة في (ح م ع) وفي الحالات المرتبطة بها. ومع أنه يُنظر إلى المرض على أنه مرض يورث بشكل متنحٍ مع التوقع الحاضر في الذهن بوجود طفرتين على أليلي الجين في

٣- كشف طفرات جديدة موجودة في المريض وليس في آبائه، وهي حالة تصادف في ١٪ من طفرات جين CYP21 المسببة للمرض.

٤- تحديد جنس الجنين عبر النمط النووي أو طريقة FISH باستخدام مسبار خاص بالصبغي Y.

٨- حمى البحر المتوسط العائلية (ح م ع)

Familial Mediterranean Fever (FMF)

مرض التهابي مناعي ذاتي يورث على نحو متنحٍ، ويتميز بنُوب ناكسة محددة ذاتياً، مدة النوبة ١-٣ أيام مكونة من الحمى والتهاب المصلية والتهاب المفصل أحادي المفصل أو قليل المفاصل، أو من طفح يشبه الحمرة. يتعرقل المرض أحياناً بالداء النشواني AA.

سبببات المرض:

تنجم (ح م ع) عن طفرات في جين MEFV المكون من إكزون ١٠ المتوضع على الذراع القصيرة من الصبغي ١٦، ويرمز بروتيناً مكوناً من ٧٨١ حمضاً أمينياً يسمى بيرين pyrin المُعبّر عنه في المُحببات والوحدات والخلايا التغصنية وفي الأرومات الليفية الصفاقية والزليلية والأدمية. تُكوّن الحموض الأمينية ~ ٩٠ الموجودة في النهاية الأمينية لبروتين البيرين العامل الأساسي الذي يتواسط التآثرات البروتينية البروتينية، وهو الأساس الموجود في أكثر من ٢٠ بروتيناً بشرياً مختلفاً تنظم الاستماتة apoptosis والالتهاب. يستطيع البيرين (بوساطة تآثرات قطعة منه) تفعيل الإنزيم caspase-1 الذي يقلب جزيء pro-IL-1β 31 kDa إلى 17 kDa pro-IL-1β، وهو وسيط رئيسي للحمى والالتهاب.

ثمة العديد من طفرات البيرين المرافقة لـ (ح م ع) في قطعة من B30.2 في النهاية الكريوكسيلية من البيرين والمُرمز من قبل الإكزون ١٠ من جين MEFV. أكثر من ٥٠ من هذه الطفرات تقريباً من نمط الطفرة المُغلطة missense. قد تظهر أعراض الطفرة M694V المتماثلة للألائل والتهاب المفصل وازدياد اختطار الداء النشواني في سن مبكرة. يرتفع تواتر مزيج من طفرات (ح م ع) بين عدد من شعوب البحر المتوسط على نحو غير عادي (حتى ١:٣)؛ مما يوحي باحتمال وجود ميزة تخالف الألائل. من الجدير ذكره أيضاً أن هناك نسبة ضئيلة من المرضى لديهم موجودات سريرية وإثنية نموذجية توحي بـ (ح م ع) لم يمكن لديهم كشف طفرات MEFV؛ مما يوحي بوجود موضع جيني ثانٍ مسبب للمرض.

الوبائيات:

تحدث (ح م ع) على نحو رئيس بين المجموعات الإثنية

إذا كان الاختبار يهدف إنهاء الحمل، وليس بهدف التشخيص المبكر.

٩- فقر دم فنكوني

يقدر وقوع فقر دم فنكوني Fanconi anemia بـ ١ من كل ٣٦٠,٠٠٠ ولادة، وتقدر نسبة الحَمَلَة في أوربا وأمريكا بـ ١ من كل ٣٠٠ فرد.

وراثيات المرض وعيوبه الأساسية:

١- يورث المرض بطراز صبغي جسدي متنح، وهو متغاير جينياً ونمطاً ظاهرياً.

هناك على الأقل ١٣ مجموعة متتامة (تبلغ المجموعة A ٦٥-٧٠%) ثابتة بدراسات الالتحام الخلوي؛ مما يدل على أن سبيل فقر دم فنكوني مكون من ١٥ جيناً FNC.

تقوم بروتينات الجينات الطبيعية FANC بتعرف أضرار الدنا DNA وسبيل الإصلاح الكيميائية الحيوية لتلك الأضرار، ومن ثم تؤدي بروتينات الجينات الطافرة إلى عدم استقرار مجيني وإلى هشاشة صبغية. وإن عدم قدرة خلايا مريض فقر دم فنكوني على نزع الجذور الحرة من الأكسجين- المسببة للأذية التأكسدية- هي آلية إضافية يمكن أن تعزى إلى إمراضية المرض.

هناك موجودة ثابتة وهي نقص إنتاج انترلوكين-٦ الخلوي مع ارتفاع توليد العامل المنخر للورم α ارتفاعاً واضحاً.

المظاهر السريرية:

هناك اختلاف في المظاهر السريرية وفي وخامة الأعراض، لكن أكثر التظاهرات السريرية شيوعاً في فقر دم فنكوني هي فرط تصبغ الجذع والعنق والنواحي المذحية intertriginous (الشكل ٩)؛ إضافة إلى بقع القهوة بالحليب والبهاق vitiligo منفردة أو على شكل توليفات combinations فيما بينها.

يكون نصف المرضى قصيري القامة، ويشيع غياب عظمي الكعبية وإبهامي اليدين (اللذين على النقيض قد يكونان زائدين، أو مشقوقين)، كما تشاهد شذوذات القدمين وخلع الورك الولادي وتشوهات الساقين. وقد يشاهد في المريض الذكر نقص تطور القضيب وعدم هبوط الخصيتين أو ضمورهما أو غيابهما والمبال التحتاني hypospadias أو الشَّيم phimosi. وقد تبدو في الإناث تشوهات المهبل والرحم والمبيض. ويرى في العديد من المرضى وجوه مميزة لفقر دم فنكوني: الرأس الصغير والعينان الصغيرتان وطيّات علوية الموقين epicanthal folds وتشوه الأذنين حجماً وشكلاً

المريض؛ فإنه يجب الملاحظة أن بعض الدراسات وجدت أن نسبة ٣٠-٥٠ من المرضى المصابين بـ (ح م ع) النموذجي والمستجيب للكولشيسين فيهم طفرة واحدة فقط على أليل واحد، (وهناك نسبة صغيرة من المرضى ليس فيهم أي طفرة). قد يزداد تفسير الاختبار الجزيئي تعقيداً بوجود الأليل معقدة يجري فيها تحديد طفرتين موجودتين على الأليل واحد (عادة طفرة في إكزون ١٠ وطفرة في إكزون E148Q2).

المعالجة:

تُنقص الوقاية اليومية الضموية بالكولشيسين من تواتر هجمات (ح م ع) ومدتها وشدها، وبقي هذا النظام أيضاً من الداء النشواني AA المجموعي. يتحمل الأطفال الدواء جيداً، وهو آمن، ومن تأثيراته الجانبية الشائعة الإسهال. جرعة الأطفال الصغار ٣,٠ مغ/يوم.

الإنذار والمضاعفات:

الداء النشواني AA هو أكثر المضاعفات خطورة، وفي غيابه قد يكون توقع الحياة في المصابين طبيعياً. من علامات الإصابة به البيلة البروتينية. ومن عوامل اختطار الإصابة بالداء النشواني تماثل الألائل بالنسبة إلى طفرة M694V، وتعدد أشكال جين AA المصلي (الذي يرمز AA) وعدم المطاوعة مع المعالجة بالكولشيسين والجنس الذكر وقصة عائلية إيجابية للداء النشواني AA والأصل من الشرق الأوسط.

التوعية الوراثية:

١- اختطار التوريث:

• إذا كان كل من الوالدين يحمل على الأقل طفرة واحدة في جين MEFV فإن:

- شقيق المريض: - يصاب بنسبة ٢٥% بـ (ح م ع).

- ويكون حاملاً لطفرة (ح م ع) بنسبة ٥٠%.

- أبناء المريض:- يرث جميع أبنائه طفرة MEFV.

- اختطار التوريث منخفض؛ إذا لم يكن القرين حاملاً للمرض أو مصاباً به.

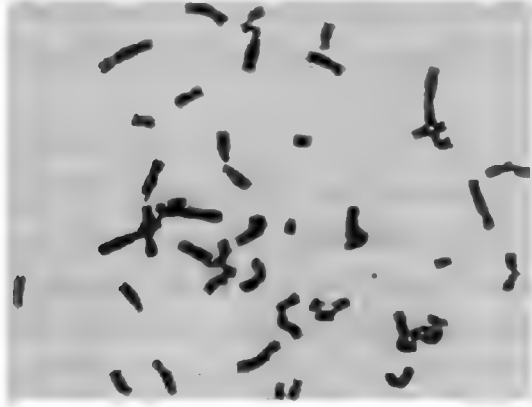
٢- التشخيص قبل الولادي:

- ممكن في الحمول ذات الاختطار المزداد بتحليل دنا DNA الجنين المأخوذ من بزل السلى أو من اعتيان الزغابات المشيمية شريطة أن يكون كلا الأليلين المسببين للمرض أو ارتباطاتهما محددين في العائلة.

- يؤلف تشخيص (ح م ع) قبل الولادي - وهو مرض قابل للعلاج وذو إنذار جيد حين يشخص باكراً - إشكالاً أخلاقياً؛

مادة DEB (الشكل ١٠).

لا تُلَفَى قلة كريات شاملة موروثية أخرى ترافق فرط حساسية واضحة جداً في الزواج لـ DEB أو MMC بدراسة التكررات الصبغية. يرتفع ألفا فيتو بروتئين المصل؛ لكن هذا الارتفاع لا يستخدم اختباراً لتحري المرض.



الشكل (١٠): يبين التكررات الصبغية والفجوات والالتحامات عند مصاب بفقر دم فنكوني بعد تطبيق مادة DEB.

نتيجة للعدد المرتفع لجينات FANC يبدأ الاختبار الوراثي باختبار التتام الذي يُجرى بتحديد ما إذا كان فرط الحساسية الخلوية للعوامل الرابطة للـ DNA (DEB, MMC) أو التلطيف المناعي immunoblotting لـ FANCD2 تتصحح بعد تنبيغ transducing خلايا المريض بجين (Fanconi gene C) معروف. يُستنبط الجين الطافر عندما يُصحح جين FANC برّي wild (طبيعي) معروف الهشاشة الصبغية الشاذة.

المعالجة:

يجب على اختصاصي أمراض الدم والقريق المتعدد الاختصاصات مراقبة المصاب بفقر دم فنكوني، فإن كانت الموجودات الدموية مستقرة، ولم يكن هناك حاجة لنقل الدم أو مشتقاته: تكفي المراقبة. وفي أثناء ذلك ترتب الاستشارات الاختصاصية بحسب التشوهات الجسدية مع إجراء تقييم هرموني؛ إن كانت سرعة النمو أقل من المتوقع.

العلاج الشافي الوحيد للاضطرابات الدموية هو زرع الخلايا الجذعية المكونة للدم (HSCT). تستجيب الآفة للأندروجينات في ٥٠٪ من المرضى، ويُستدل على هذه الاستجابة بكثرة الشبكيات reticulocytosis مع ارتفاع الهيموغلوبين لمدة شهر إلى شهرين. والعلاج الجيني ما يزال قيد التجربة والبحث العلمي.

التوعية الوراثية:

في نمط الانتقال الصبغي الجسدي.



الشكل (٩): طفل عمره ٨ سنوات مصاب بفقر دم فنكوني. يلاحظ اللون البني وغياب إبهامي اليدين وفقر الدم الشامل وفشل النمو.

وتوضيحاً. ويرى تأخر معرفي في نحو ١٠٪ من المرضى. أما مخبرياً؛ فينشأ فشل النقي في العقد الأول من الحياة، ويغلب أن يبدأ بنقص الصفيحات وكبر الكريات الحمر، ثم يتلو ذلك قلة المحببات ثم فقر الدم. يحدث في النقي في معظم الحالات لا تنسج aplasia وخيم. ويصبح النقي ناقص الخلوية ودهنياً على نحو مترقٍ مشابهاً بذلك فقر الدم اللاتنسجي المكتسب الخيم. يُستدل على الهشاشة الصبغية بحدوث كسور وثغرات ومُراتبات rearrangements وترفيلات مضاعفة داخل شق الصبغي chromatid.

لدى المصاب بفقر دم فنكوني أهبة للإصابة بالسرطان، وأكثر ما يحدث: السرطانة الحرشفية الخلايا squamous cell carcinomas في الرأس والعنق والمري العلوي تليها سرطانات الفرج و/أو الشرج وعنق الرحم والمري السفلي. يشتهر بفيروس الورم الحليمي papilloma البشري في أمراض فقر دم فنكوني.

التشخيص:

يجب الاشتباه بفقر دم فنكوني في كل الأطفال والشباب المصابين بقلة الكريات غير المفسرة، ويوحى بالتشخيص الموجودات الدموية الشاذة والتشوهات الجسدية المميزة، ويُثبت بدراسة التكررات الصبغية في اللمفيات باستخدام

١- اختطار حدوث المرض في شقيق المريض:

● ٢٥٪ احتمال توريت كلا أيلي الجين الطافر؛ ومن ثم الإصابة بالمرض.

● ٢/٣ احتمال أن يكون الشقيق غير المصاب (بعد تطبيق اختبار الـ Diepoxy butane (DEB) حاملاً.

● اختطار الإصابة بالمرض عند شقيق المريض إذا كان مرتبطاً بالإكس X متنحياً (طفرة في جين FANCB):

ب - يعتمد اختطار إصابة الأشقاء بحسب ما تكون الأم حاملة أو لا، فإن كانت حاملة؛ يكون:

- احتمال إصابة الشقيق الذكر ٥٠٪.

- احتمال أن تكون الأخت حاملة ٥٠٪.

- وإن لم تكن الأم حاملة (لم تُكشَف الطفرة المسببة للمرض في الدنا المُستخلص من كريات الأم البيض التي لديها طفل ذكر واحد مصاب)؛ يكون احتمال إصابة الأشقاء منخفضاً؛ لكنه أعلى مما هو في عموم السكان بسبب احتمال وجود تزيق الخط الإنتاشي germline mosaicism.

ج - ذرية المريض (إذا كان نمط الانتقال صبغياً جسدياً متنحياً): اختطار الإصابة غير مزداد؛ ما لم يكن القرين حاملاً، وفي هذه الحالة يكون احتمال إصابة الذرية ٥٠٪، فإن لم يكن الزوج حاملاً تكن جميع الذرية حاملة لا أعراضيين.

١٠- رنج فريديرايخ

رنج فريديرايخ Friedrich ataxia هو أكثر رنج موروث شيوعاً، وتشير الدراسات الحديثة المعتمدة على المعطيات الجزيئية إلى معدل حملة ١ من كل ٨٥ وإلى انتشار المرض مقدار ١ من كل ٢٩,٠٠٠ فرد.

وراثيات المرض وعبويه الأساسية:

١- مرض وراثي ينتقل بطراز صبغي جسدي متنحٍ.
٢- يتوضع جين المرض FRDA في ١.3-21.1q. وهو المرض الفريد من بين أمراض المكررات الثلاثية النوكليوتيد؛ إذ إنه صبغي جسدي متنحٍ. كما تتوضع المكررة GAA في الانترون intron، ولا يلغى مرض آخر له توسع المكررة GAA.
٣- يعتقد أن الفراتاكسين Frataxin - وهو البروتين الذي يشفره الجين FRDA - يحوي ٢١٠ حموض أمينية. يحوي الفراتاكسين في مطرافه الأميني ببتيداً مرشداً يوجهه إلى مقره في المتقدرات.

عدد المكررة GAA المسببة لرنج فريديرايخ غير مستقر حين انتقالها من الوالد إلى الأبناء. فقد يؤدي الانتقال الأمومي إلى أليل أكبر أو أصغر في الولد، في حين يؤدي الانتقال الأبوي دائماً إلى أليل أصغر (من حيث عدد المكررات).

الفيزيولوجيا المرضية:

١- الموجودات الفيزيولوجية المرضية الرئيسية في المرض هي ظواهر الموت الراجع Dying-back phenomena في المحاور axons، ويبدأ في المحيط، وينتهي بتموت العصبونات، ويحدث الدُّبَاق gliosis الثانوي.

٢- المواضع الأولية للتبدلات هي النخاع spinal cord والجذور النخاعية مؤدية إلى فقد المحاور الميالينية الكبيرة في الأعصاب المحيطية الذي يزداد مع العمر ومدة المرض.

٣- تنجو الألياف اللاميالينية في الجذور الحسية والأعصاب الحسية المحيطية من هذه التبدلات.

المظاهر السريرية:

١- المعايير التشخيصية لرنج فريديرايخ:

أ- أولية (أساسية للتشخيص):

(١) - البدء قبل نهاية البلوغ (لا يبدأ أبداً بعد سن العشرين). (٢) - مشية مترنحة مترقية. (٣) - رتّة Dysarthria. (٤) - فقد حس الاهتزاز أو وضعية المفصل. (٥) - غياب المنعكسات الوترية في الساقين. (٦) - ضعف العضلات ولاسيما العضلات القاصية في اليدين والقدمين.

ب- ثانوية:

١- إيجابية علامة بابنسكي. ٢- قدم جوفاء Pes cavus وأصابع قدمين مطرقية الشكل. ٣- جنف وحذب kyphoscoliosis. ٤- اعتلال العضلة القلبية الذي يترقى إلى قصور قلب احتقاني يكون سبب الوفاة في معظم المرضى. ٥- رآرة.

قد يبدو المريض فاتر الشعور لامبالياً؛ لكنه يحتفظ بذكائه.

التشخيص:

تكون نتائج التخطيط الكهربائي الفيزيولوجية غير طبيعية غالباً.

كما يبدو في الاختبار الوراثي الجزيئي:

أ- وجود توسع المكررات الثلاثية GAA في الإنترون ١ من جين FDRA مع أربعة احتمالات من الألائل بحسب عدد المكررة في جين المريض:

- الألائل طبيعية يكون عدد المكررة الثلاثية فيها بين ٥-٣٣.
- الألائل قبل الطفرة: عدد المكررات فيها بين ٣٤-٦٥، وهي التي يمكن أن تتحول إلى الألائل طافرة حين انتقالها من الوالد إلى الولد.

- الألائل طافرة مسببة للمرض: عدد المكررات فيها بين ٦٦-١٧٠٠.

مصائباً في ٢٥٪ من الحالات وأن يكون حاملاً لأعراضياً في ٥٠، وأن يكون لا مصاباً ولا حاملاً في ٢٥٪ من الحالات.

ب- شقيق المصاب السليم يحتمل أن يكون حاملاً بنسبة ٣/٢.

ج- يملئ المجال الواسع لعمر البدء وعدم الاستقرار المتغير بين الأجيال للمكررة GAA توخي الحذر في وضع تشخيص المرض لشقيق في اختطار الإصابة.

٢- إذا كان أحد الوالدين يحمل أليلاً كاملاً الانتفاذ أو طفرة مؤذية أخرى، ويحمل الوالد الآخر أليلاً طبيعياً ما قبل الطفرة الكاملة (قابلاً ليصبح طفرة كاملة):

أ- في أثناء الحمل: يحتمل أن يرث كل شقيق لمرض- والده حاملاً لأليل ما قبل الطفرة- طفرتي الوالدين بنسبة ٢٥٪ من الحالات.

ب- لما كان الأليل ما قبل الطفرة قد يبقى من دون تبديل أو يخضع لتبدلات في حدها الأدنى (لا تصل إلى حد تشكيل الطفرة الكاملة): فإن الأشقاء يحتمل أن يكونوا مصابين في أقل من ٢٥ من الحالات.

ج - يحتمل أيضاً أن يكون كل شقيق حاملاً لأعراضياً لواحد من الألائل الوالدية في ٢٥ من الحالات وأن يكون غير مصاب ويملك أليلين طبيعيين في ٢٥٪.

II - في ذرية المريض:

أ- ترث كل ذرية المريض أليلاً طافراً واحداً من الوالد المصاب.

٢- يحتمل أن يكون ٥٠٪ من الذرية مصابين فقط؛ إذا كان قرين المريض حاملاً طفرة كاملة الانتفاذ أو طفرة مؤذية أخرى.

٣- إذا كان قرين المريض يحمل أليلاً قبل الطفرة، يكون اختطار إصابة كل ولد أقل من ٥٠٪.

III - التشخيص قبل الولادة:

أ- ممكن للحمول التي هي في اختطار ٢٥٪ بوساطة بزل السلى أو اعتيان الزغابات المشيمائية.

ب- التشخيص الوراثي قبل التعشيش: متوفر للعائلات التي حددت فيها الطفرات المسببة للمرض في فرد العائلة المصاب.

التدبير:

عرضي بحسب الإصابة. لا علاج، ثبت أنه يؤخر الهبوط المعند الذي يحدث في هذا المرض، أو يمنعه، أو يعكسه.

١١- ارتفاع الغالاكتوز في الدم Galactosemia

يدخل الغالاكتوز إلى الجسم من تحلل اللاكتوز (الموجود

- الألائل حدية غير قابلة للتفسير، وهي التي عدد المكرر فيها بين ٤٤-٦٦ .

ب- التشخيص المخبري:

١- تحليل الطفرة المباشر: زيادة عدد المكررات GAA في جين FDRA بحالة تماثل الألائل في ٩٦ من المرضى.

- زيادة توسع المكررة بحالة تخالف الألائل.

٢- تحليل الطفرة بطريقة السلسلة: sequencing طفرة نقطية بحالة تخالف الألائل في جين FDRA.

١- من الممكن تشخيص FDRA بالتحاليل الجزيئية بحساسية ونوعية عاليتين.

أ- المرضى النمذجيون سريريا:

١- يمكن تأكيد التشخيص بسرعة ونوعية عالية في معظم المرضى.

٢- يشير وجود أليل واحد متوسع إلى أن تشخيص المرض مرجح.

ب- يمكن تأكيد تشخيص المرضى اللا نمذجيين سريريا أو نفيه ب:

- دراسة المكررة GAA.

- تحليل الطفرة من أجل كشف الطفرة النقطية.

ج- اختبار الحامل:

أ- متوفر لأقارب المرضى وأزواجهم.

ب- هناك إمكان قليل لوجود طفرة نقطية.

التوعية الوراثية:

- إذا كان أحد الزوجين مصاباً برنج فريدرايخ والثاني حاملاً للمرض؛ يكون هناك احتمال إنجاب طفل مصاب بنسبة ٥٠٪. واختطار إنجاب شخص مصاب بالمرض طفلاً مصاباً هو ١ من ٢٠٠؛ ما لم يكن قرينه من ذوي القربى.

- إذا لم يكن لدى زوج الحامل أليل متوسع؛ يكون احتمال أن يملك الزوجان طفرة نقطية نحو ١ من ٥٠٠٠ تقريباً (مع الأخذ بالحسبان أن معدل الحملة ١ من ١٠٠ وأن ٢٪ من الطفرات نقطية)؛ ومن ثم يكون اختطار أن ينجب الزوجان طفلاً مصاباً هو فقط ضعفي الاختطار الأساسي لعموم السكان.

٢- توريث المرض:

I - عند شقيق المريض:

١- إذا كان كلا الوالدين يحمل أليلاً كاملاً الانتفاذ أو كان والد واحد يحمل أليلاً كاملاً الانتفاذ، ويحمل الوالد الآخر أليلاً مؤذياً آخر في الجين:

أ- في حال الحمل: يحتمل أن يكون كل شقيق لفرد مصاب

السابقة الذكر. يكشف فحص النسيج الكبدي بالمجهر الضوئي والإلكتروني الارتشاح الدهني وتشكل العنيدات الكاذبة وتشكل العقيدات الكبيرة في نهاية المطاف. تتماشى هذه الموجودات مع أي مرض استقلابي من دون الإشارة إلى العيب الإنزيمي الدقيق.

التشخيص:

يكون بتحري الأجسام المرجعة في البول، وبيلة الغالاكتوز. ويثبت التشخيص بمقاييس إنزيم الترانسفيراز في الكريات الحمر.

وراثيات المرض:

عوز الترانسفيراز مرض وراثي صبغي جسدي متنح. ثمة العديد من الطفرات في جين GALT (الموضع في 9p13) الذي يرمز لإنزيم الترانسفيراز. ينجم عن هذه الطفرات العديد من المتفاوتات الإنزيمية. يؤدي حمل الطفرة المغلطة pN314D والمسماة طفرة ديوارت Duarte إلى نقص فعالية إنزيم غالاكتوز ترانسفيراز بحيث تعادل ٧٥ ٪ مما هي عليه في الشخص الطبيعي؛ إضافة إلى ارتفاع الغالاكتوز في الدم والقليل من الأعراض التي لا تستدعي التدخل. يحمل هذه الطفرة بحالة تخالف الألائل ١٢ ٪ من السكان؛ فتعد لذلك أكثر الطفرات شيوعاً بين طفرات جين الغالاكتوزيميا. ثمة أكثر من ٢٣٠ طفرة أخرى تسبب عوز الترانسفيراز، تبلغ الطفرة p.S135L في الأفارقة- الأمريكيين ١٢ ٪ من الطفرات المشخصة لديهم، وتكون أعراض الغالاكتوزيميا فيها خفيفة، وتبلغ الطفرتان المغلطان p.Q188R و p.K285N في السكان البيض ٧٠ ٪ من الطفرات المحددة عند المرضى، وترافقهما أعراض شديدة. يمكن كشف الحامل وإجراء التشخيص قبل الولادي بإجراء المعايرة الإنزيمية على الخلايا الأمنيوسية أو الرغابات المشيمائية أو بتحليل الدنا.

المعالجة والإنذار:

أدى تحري الغالاكتوزيميا في الولدان إلى تشخيص المرض وعلاجه مبكراً. يكون العلاج باستبعاد الغالاكتوز من طعام الطفل وإعطائه بدائل اللبن الخالية من اللاكتوز؛ إضافة إلى إعطائه كميات إضافية من الكالسيوم. ينقلب فشل النمو، وتعود الوظيفة الكلوية والكبدية إلى طبيعتها بعد تطبيق هذه الحمية، كما يتراجع الساد والاعتلال البصري. لقد حسن التشخيص والعلاج المبكر إنذار الغالاكتوزيميا، لكن أظهرت المتابعة البعيدة المدى في النساء المصابات حدوث فشل المبيضين وغياب الطمث الأولي أو الثانوي، ونقص الكثافة المعدنية في العظام، وتأخر التطور، وازدادت لديهم صعوبات

في اللبن (milk) ومشتقاته) إلى الغلوكوز والغالاكتوز. ينتج استقلاب الغالاكتوز (بعد قلبه إلى غلوكوز-١- فوسفات) الطاقة الضرورية للاستقلاب الخلوي. وله أيضاً شأن مهم في تشكيل الغالاكتوزيدات (البروتينات السكرية والبروتينات الشحمية والغليكوزامينوغليكانات (glycosaminoglycans). وتعني كلمة الغالاكتوزيميا ارتفاع مستوى الغالاكتوز في الدم، وينجم هذا الارتفاع عن عيب وراثي في واحد من ثلاثة إنزيمات تشارك على نحو طبيعي في سبيل استقلاب الغالاكتوز، وهذه الإنزيمات الثلاثة هي: -1-galactose phosphate uridyl transferase، و galactokinase، و uridine diphosphate galactose-4-epimerase.

يغلب أن تشير كلمة الغالاكتوزيميا إلى عوز إنزيم galactose-1-phosphate uridyl transferase.

لهذا العوز شكلان: عوز تام أو شبه تام (يسبب الغالاكتوزيميا المدرسية «للكلاسيكية») وعوز جزئي.

١- العوز التام لإنزيم الترانسفيراز: مرض خطير، تبدأ أعراضه في الأيام القليلة الأولى بعد الولادة، ويقدر وقوعه بـ ١/٦٠٠٠ ولادة حية. يتلقى الوليد كميات كبيرة من اللاكتوز بالإرضاع، ويتفكك إلى كميات متساوية من الغلوكوز والغالاكتوز، ومن دون الترانسفيراز لا يستطيع الرضيع استقلاب الغالاكتوز، ويؤدي تراكمه إلى أذية خلايا الكلية والكبد والدماغ والعين. وقد يبدأ التأذي في المرحلة الجنينية بانتقال غالاكتوز الأم الحاملة المتخالفة للألائل إلى الجنين عبر المشيمة أو بإنتاج الجنين بنفسه الغالاكتوز.

وسرياً يجب أخذ تشخيص الغالاكتوزيميا بالحسبان في وليد أورضيع يعاني من المظاهر التالية: اليرقان، ضخامة الكبد، القيء، نقص سكر الدم، النوب، النّوام lethargy، الهيجوية، صعوبة الإطعام، عدم زيادة الوزن، بيلة الحموض الأمينية، الساد النووي، النزف الزجاجي، فشل الكبد، الحبن، ضخامة الطحال، التخلف العقلي. وإن لم يوضع التشخيص حين الولادة؛ تتفاقم أذية الكبد (تشمع) والدماغ (تخلف عقلي)، وتصبح غير عكوسة. تحصل الوفاة بسبب فشل الكلوي والكبد والأخماج. وتخف الأعراض وتحسن بإيقاف تناول اللبن والاستبدال به أغذية خالية من اللاكتوز.

٢- عوز الترانسفيراز الجزئي: أكثر شيوعاً من الغالاكتوزيميا الكلاسيكية، وهو لا أعراض عموماً، يشخص بتحري الولدان وكشف المصابين بارتفاع غالاكتوز الدم ارتفاعاً معتدلاً / أو نقص فعالية الترانسفيراز. يجب الاشتباه بالغالاكتوزيميا حين عدم زيادة الوزن، أو أي من المظاهر

وراثيات المرض وعيوبه الأساسية:

- ١- الوراثة في داء غوشر صبغية جسمية متنحية.
- ٢- ينجم المرض عن طفرة في جين glucocerebrosidase (GBA) تؤدي إلى عوز فعالية إنزيم b-glucocerebrosidase.
- ٣- يتوضع الجين GBA الذي يرمز لإنزيم b-glucocerebrosidase في الذراع القصيرة من الصبغي ٢ (1q21).

٤- ذكر أكثر من ٢٠٠ طفرة مختلفة، أربع منها شائعة، هي (N371S, L444P, 84GG, IVS+1)، وهي التي تُعدّ مسؤولة عن ٩٠٪ من الألائل المسببة للمرض عند اليهود الأشكناز وعن ٥٠-٦٠٪ عند غيرهم. يؤدي التغاير الجيني إلى تغاير النمط الظاهري، حتى إن النمط الظاهري يتغير بين فرد وآخر للطفرة نفسها، وقد يفسر ذلك بالاختلاف اللائني وبالخلقية الوراثية وبالعوامل البيئية والغذائية.

- عواقب عوز فعالية إنزيم b-glucocerebrosidase

- أ- تراكم glucocerebrosides في الجسيمات الحالة في البلاعم المشتقة من الوحيدات في الجهاز الشبكي البطاني.
- ب- تسبب فرط الطحالية الناجمة عن هذا التراكم فقر دم مترقياً وقلّة الصفائح.
- ج- كما يؤدي تراكم glucocerebrosides في نقي العظم إلى قلة العظم osteopenia وإلى أذيّات عظمية انحلائية وكسور مرضية وألم عظمي مزمن وهجمات حادة من نوب آلام عظمية شديدة وإلى احتشاء العظم والنخر العظمي.

المظاهر السريرية:

يصنف داء غوشر سريرياً في ثلاثة أنماط:

- ١- النمط أ (ليس فيه اعتلال عصبي): سن بدء الأعراض متغيرة من الطفولة المبكرة إلى الكهولة المتأخرة، لكنها تتظاهر في معظم المرضى في سن المراهقة. قد يظهر في المرضى التكدّم بسبب قلة الصفائح، والتعب المزمن التالي لفقر الدم وضخامة الكبد وضخامة الطحال والألم العظمي. تصاب رئتاً بعض المرضى حين تظاهر المرض. وكثيراً ما يكون المرضى الذين تظاهرت أعراض المرض عندهم في العقد الأول من غير اليهود الأشكناز، ويعانون نقص النمو، ويكون سير المرض عندهم أكثر خبثاً. يمكن كشف بعض المرضى لحسن حظهم مصادفة وذلك خلال تقييمهم من أجل حالات أخرى أو كجزء من الفحوص المنوالية. قد يكون سير المرض في هؤلاء المرضى خفيفاً أو حتى حميداً. تكون ضخامة الطحال في المرضى الأعراضيين مترقية، وقد تصبح جسيمة. يظهر في معظم المرضى دليل شعاعي على إصابة هيكلية تشمل

التعلم وخامة مع تقدم العمر. ذكر حدوث قصور الغدد التناسلية مع فرط موجهة الغدد التناسلية Hypergonadotropic hypogonadism في ٨٠-٩٠٪ من المريضات اللواتي يعانين الغالاكتوزيميا الكلاسيكية. ومع أن معظم المصابات بالغالاكتوزيميا الكلاسيكية يكن عقيمات حين بلوغهن سن الإنجاب؛ فقد أنجبت نسبة صغيرة منهن. يُظهر معظم المرضى اضطراباً في الكلام، في حين يُظهر عدد قليل سوء نمو واعتلال الوظيفة الحركية والتوازن (مع رنج صريح أو من دون ذلك). لا يتناسب الضبط النسبي لمستوى الغالاكتوز دوماً مع النتائج البعيدة الأمد، مما يؤدي إلى الاعتقاد أن هناك عوامل أخرى- كارتفاع الغالاكتيتول ونقص الغالاكتوز يوردين ثنائي الفوسفات (الذي يعطي شحوم الغالاكتوز والبروتين)- ذات علاقة بحدوث المرض.

التوعية الوراثية:

- ١- اختطار ظهور المرض عند شقيق المريض: ٢٥٪.
- ٢- اختطار المرض عند ذرية المريض: جميع أولاد المصاب حملة شرط أن يكون القرين الآخر سليماً. أما إذا كان الزوج الآخر حاملاً؛ فيصبح الاختطار في الذرية ٥٠٪.
- ٣- التشخيص قبل الولادة ممكن للعائلات المعرضة لاختطار الإصابة بالغالاكتوزيميا الكلاسيكية، ويجرى ذلك بـ:

أ- مقايسة إنزيم Galactose-1-phosphate uridyl transferase في الخلايا السلوية أو خزعة الزغابات المشيمائية.

ب- تحرّي الطفرة في دنا الجنين المستخلص من الخلايا السلوية أو الزغابات المشيمائية إذا كانت الطفرة معروفة لدى المستلفت.

ج- إن التشخيص قبل الولادي لحالة قابلة للعلاج (الغالاكتوزيميا الكلاسيكية) من أجل إنهاء الحمل مسألة جدلية.

د- التشخيص الجيني قبل التعشيش ممكن؛ إذا حدّدت الطفرة.

١٢- داء غوشر Gaucher's disease

شُحام lipidosis يصيب أجهزة متعددة في الجسم. يتميز بحدوث اضطرابات دموية وضخامات حشوية وإصابة هيكلية (ألم عظمي وكسور مرضية). ويُعدّ أحد أكثر أدواء اختزان الجسيمات الحالة lysosomes الوراثية انتشاراً عند اليهود الأشكناز، ويقترب انتشاره عند الشعب القوقازي من ١ لكل ٥٠٠٠٠ ولادة حية.

تشوه الحوجلة J Erlenmeyer في الجزء القاصي من الفخذ. وقد تتظاهر الإصابة العظمية سريرياً بألم عظمي أو بالتهاب عظم ونقي كاذب أو بكسور مرضية.

٢- النمط II: وهو نادر لا يملك ميلاً اثنياً، ويتميز بسير تنكسي عصبي سريع مرافق لإصابة حشوية واسعة، وتكون الوفاة خلال السنوات الأولى من الحياة. ويتظاهر هذا النمط في سن الرضاع، ويتجلى بازدياد التوتر العضلي والحوال والضخامات الحشوية. والأعراض النموذجية فيه هي نقص النمو والصرير stridor الناجم عن تشنج الحنجرة. تحدث الوفاة بعد عدة سنوات من التدهور النفسي الحركي بسبب القصور التنفسي.

٣- النمط III: يميل هذا النمط إلى الظهور في الشعب النوربوتوني السويدي بوقوع يقدر بـ ١ / ٥٠٠٠٠. ويتظاهر بأعراض سريرية متوسطة الشدة بين الأعراض المشاهدة، في النمطين الأول والثاني تظهر الأعراض والوفاة في عمر ١٠-١٥ سنة. وتُلفى في هذا النمط إصابة عصبية، ويقسم إلى نمطين فرعيين III A و IIIB، وذلك بحسب امتداد الإصابة العصبية.

التشخيص:

يكشف فحص نقي العظم خلية غوشر (قطرها ٢٠-١٠٠ ميكرون، ذات مظهر الورق المجعد الناجم عن وجود مُشتملات من الركائز داخل الهيولى)، ويُعد وجودها في الجهاز الشبكي البطاني خاصة في نقي العظم نقطة العلام المرضية لداء غوشر؛ على الرغم من احتمال وجودها أيضاً في المصابين بابيضاض المحببات والورم النقي myeloma. ويؤكد تشخيص داء غوشر بقياس فعالية إنزيم b-glucocerebrosidase في الكريات البيض المعزولة من الدم المحيطي، أو في الخلايا السلوية المعزولة من السائل السلوي أو في خلايا الزغابات المشيمائية، ويُعد هذا الاختبار الأكثر نجاعة وإثباتاً للتشخيص.

كما يكون التشخيص بتحديد الطفرات النوعية في جين GBA.

التشخيص قبل الولادي متوفر بتحديد الفعالية الإنزيمية و/ أو الطفرات العائلية النوعية في خلايا السائل السلوي أو الزغابات المشيمائية. كما يتوفر التشخيص الجزيئي قبل التعشيش، ويمكن أخذه بالحسبان؛ لأنه يزيل المعضلة الأخلاقية لإنهاء الحمل حين يكون الجنين مصاباً بداء غوشر من النمط الأول.

المعالجة:

الرعاية الأعراضية: كاستئصال الطحال التام أو الجزئي

ونقل الدم وإعطاء المسكنات من أجل الألم العظمي.

تشمل معالجة النمط الأول الإعاضة الإنزيمية-mannose-terminated recombinant (human) acid β -glucosidase، وعلى الرغم من أن الإعاضة الإنزيمية لم تغير من الترقى العصبي؛ فإنها تُستخدم في مرضى منتقين كإجراء مُلطّف؛ ولا سيما في المصابين بالنمط ٣ مع الإصابة الحشوية الوخيمة. وتتوفر أيضاً معالجات بديلة تضم عوامل إنقاص ركيزة فموية مصممة لإنقاص تركيب glucosylceramide بالتثبيط الكيميائي لإنزيم glucosylceramide synthase. كما خضعت مجموعة صغيرة من المرضى لزرع نقي العظم الذي هو علاج شاف؛ لكن نسبة المراضة ومعدل الوفيات فيه مرتفعان.

التوعية الوراثية:

اختطار النكس:

أ- إذا كان والدا المريض حملة لأعراضيين، وهي الحالة الغالبة في المجتمع؛ يكون اختطار نكس المرض عند شقيق المريض ٢٥٪. أما إذا كان أحد الوالدين مصاباً بداء غوشر، والآخر حاملاً؛ تصبح فرصة إصابة الشقيق ٥٠٪.

ب- اختطار ظهور المرض في ذرية المريض؛ حين لا يكون زوج المريض حاملاً؛ يكون جميع أولاد المريض حملة بالضرورة. أما إذا كان زوج المريض حاملاً، فيكون احتمال أن يصاب الولد ٥٠٪ وأن يكون حاملاً ٥٠٪.

١٣- أدواء اختزان الغليكوجين

ينجم داء اختزان الغليكوجين Glycogen storage disease نمط I أو داء فون جيرك von Gierke عن غياب فعالية إنزيم glucose-6-phosphatase في الكبد والكلية والمخاطية المعوية أو عوزها.

وراثيات المرض وعيويه الأساسية:

١- مرض وراثي صبغي جسدي متنح.
٢- يتوضع جين غلوكوز-٦- فوسفاتاز في 17q21، وجين ترانسلوكاز translocase في 11q23.

٣- الطفرات الشائعة المسؤولة عن المرض معروفة.

٤- تسبب عيوب استقلاب الغليكوجين تراكمه في الأنسجة. ومع أنه يصيب الكبد على نحو رئيس؛ فإنه يصيب أجهزة أخرى كالكلية والغدد التناسلية والدم، ولا يصيب القلب والطحال.

٥- يمكن تقسيمه إلى نمطين فرعيين: نمط Ia يكون فيه إنزيم glucose-6-phosphatase معيباً، والنمط Ib يكون فيه الناقل translocase الذي ينقل glucose-6-phosphate عبر الغشاء الصغروي microsomal معيباً. تؤدي العيوب في كلا

هذين النمطين الفرعيين إلى عدم كفاية قلب الكبد غلوكوز-٦ فوسفات إلى غلوكوز بتحليل الغليكوجين، ويؤدي تراكم الغليكوجين إلى جعل الأفراد المصابين مؤهبين لإصابتهم بنقص سكر الدم على الريق.

المظاهر السريرية:

قد يتظاهر المرض في مرحلة الوليد بنقص سكر الدم والحمض اللبني، لكن يغلب أن يتظاهر بعمر ٣-٤ أشهر بضخامة كبدية أو بنوب اختلاج ناجمة عن نقص سكر الدم أو بالأمرين معاً. يغلب أن يكون للأطفال المصابين وجوه تشبه الدمية مع خدين دهنين وأطراف نحيلة نسبياً وقامة قصيرة ويطن متبارز بسبب ضخامة الكبد الجسيمة.

التشخيص:

يتأكد تشخيص معظم حالات داء اختزان الغليكوجين من النمط ١ بتحديد طفرة جين غلوكوز-٦ فوسفاتاز أو جين ترانسلوكانز.

المعالجة:

تعتمد على الحفاظ على مستوى غلوكوز دم طبيعي بتسريب الغلوكوز المستمر أو بإعطاء نشاء الذرة غير المطبوخ بطريق الفم. وتعطى وجبات كثيرة غنية بالكربوهيدرات في أثناء النهار. يضاف إليها معالجة عرضية لفرط حمض البول والغليسيريدات الثلاثية والحمض كما تضاف الفيتامينات والكليسيوم. وفي المصابين بالنمط 1b الذين يعانون قلة العدلات تنجح العوامل المنبهة لمستعمرة البلاعم والمحبيات (granulocyte and granulocyte macrophage colony stimulating factors) في تصحيحها. ومن المحتمل أن يكون زرع الكبد المثلي orthotopic شافياً لداء فون جيرك، كما ذكر أن زرع النقي يصلح قلة العدلات.

١٤- الصمم الوراثي

تقدر منظمة الصحة العالمية أن نحو ٣٦٠ مليون نسمة (٥٪) من سكان العالم تضم ٣٢ مليون طفل يعانون نقص سمع مسبباً للعجز. ويضاف إليهم ٣٦٤ مليون نسمة لديهم نقص سمع خفيف. ويمكن الوقاية من إصابة نصف هذه الأعداد.

السبببات:

تشمل الأسباب الخلقية تشوهات صيوان الأذن والقناة الأذنية الظاهرة وغشاء الطبل والعظيمات.

أما سبب فقد السمع الحسي العصبي (ف س ح ع)؛ فقد يكون خلقياً أو مكتسباً. ويُعد الفيروس المضخم للخلايا (CMV) cytomegalovirus من أكثر العوامل الخمجية المسببة لفقد السمع الحسي العصبي الخلقي (الذي يصيب الجنين)

شيوفاً، ومن الأسباب بعد الولادة الخمجية الأخرى الخمج الوليدي بالعقديات بيتا والتهاب السحايا الجرثومي في أي عمر.

يرجح أن تبلغ الأسباب الوراثية لفقد السمع الحسي العصبي (ف س ح ع) ٥٠٪ من الحالات. قد ترافق فقد السمع الحسي العصبي الوراثي شذوذات أخرى أو قد يكون جزءاً من متلازمة معروفة، أو يكون معزولاً. ويغلب أن ترافق ف س ح ع شذوذات الأذن والعين واضطرابات استقلابية وعضلية هيكلية وجلدية وكلوية وعصبية.

إن فقد السمع الصبغي الجسدي السائد مسؤول عن نحو ١٠٪ من كل حالات ف س ح ع الطفولي. تمثل متلازمة فاردنبيرغ (Waardenburg) (الأنماط I و II) والمتلازمة الكلوية الأذنية الخيشومية branchiootorenal اثنتين من أكثر المتلازمات الصبغية الجسدية المرافقة لف س ح ع المتلازمي syndromic شيوفاً. ويشار إلى أنماط ف س ح ع بـرمزة codon من أربعة أحرف ورقم: تشير الأحرف DEF إلى الصمم، ويشير الحرف A: إلى الحالات السائدة، والحرف B إلى الحالات المتنحية، ويشير الرقم إلى ترتيب كشف الجين. فمثلاً تشير 13 DEFA إلى ف س ح ع سائد ترتبته ١٣. تشمل حالات ف س ح ع الصبغية الجسدية السائدة - إضافة إلى المتلازمتين السابقتين- طفرات في الجينات 1-18,20-25,30,36,38 DFNA، وطفرات في جين الكريستالين (CRYM) crystallin.

أما ف س ح ع الوراثي الصبغي الجسدي المتنحي المتلازمي وغير المتلازمي؛ فهو مسؤول عن نحو ٨٠٪ من حالات إصابة الأطفال. ومن أكثر متلازمات ف س ح ع الصبغي الجسدي المتنحي شيوفاً ثلاث متلازمات، هي: متلازمة Usher (الأنماط: I, II, III يرافق جميعها عمى والتهاب شبكية صباغي) ومتلازمة Pendred ومتلازمة Jervell and Lange Nielsen (شكل من أشكال متلازمة QT الطويلة). وتشمل الحالات الصبغية الجسدية المتنحية الأخرى متلازمة Alstrom ومتلازمة Bartter من النمط ٤ وعوز البيوتينيداز biotinidase وطفرات في الجينات 1-18,20-23,26 DFNB، 27,29-33,35-40,42,44-46,48,49,53، يسهل في الأطفال المصابين بفقد السمع المتلازمي تحديد اختطار فقد السمع، وتكون مراقبتهم لذلك مراقبة كافية. وعلى النقيض يكون التشخيص أكثر صعوبة في فقد السمع اللامتلازمي.

قد يرافق الاضطرابات الصبغية - مثل تثالث الصبغي ١٣- ١٥ وتثالث الصبغي ١٨ وتثالث الصبغي ٢١ - أيضاً اعتلال سمعي. وقد يصاب المصابون بمتلازمة Turner بفقد سمع

توصيلي أو حسي عصبي أو مختلط، وقد يكون فقد السمع مترقياً. كما قد تؤدي الاضطرابات الجينية المتقدرة إلى ف س ح ع.

وقد يرافق الحالات أو الأمراض أو المتلازمات التي تضم شنوذات وجهية قحفية فقد سمع توصيلي، ومن المحتمل أن ترافق فقد سمع حسي عصبي. تشمل التشوهات الخلقية التي تسبب فقد سمع توصيلي (ف س ت) تشوهات العظيمة وبنى الأذن الوسطى ورتق مجرى السمع الظاهر.

التوعية الوراثية:

يتوجب على عائلات الأطفال المشخص لديهم فقد السمع الحسي العصبي أو متلازمة مرافقة لفقد السمع الحسي العصبي و/أو فقد السمع التوصيلي أن تأخذ بالحسبان إجراء التوعية الوراثية التي تسمح لها بمناقشة احتمالات إصابة أفراد آخرين في الحمول القادمة. يساعد طبيب الوراثة أيضاً على التقييم وعلى إجراء الاختبارات المستقبلية للمريض المصاب بفقد السمع من أجل وضع التشخيص.

١- اختطار الإصابات:

I- شقيق المريض:

أ- فقد السمع الوراثي الصبغي الجسدي السائد:
١- ٥٠% اختطار وراثة أليل طافر؛ إذا كان أحد والدي المُستلَف (أول مصاب في العائلة) مصاباً.

٢- قد يختلف النمط الظاهري للمرض ووخامته بين الأفراد ذوي الطفرة نفسها بحسب المتلازمة النوعية، وهكذا قد لا يستطيع التنبؤ بعمر البدء و/أو ترقى المرض.

ب- فقد السمع الوراثي الصبغي الجسدي المتنحي:

١- قد يكون الشقيق أصم بنسبة اختطار ٢٥%.

٢- وقد يكون سليماً يحمل طفرة الصمم بنسبة ٥٠%.

٣- أو يكون سليماً لا يحمل المرض بنسبة ٢٥%.

٤- قد يختلف النمط الظاهري للمرض ووخامته بين الأفراد ذوي الطفرة نفسها بحسب المتلازمة النوعية، وهكذا لا يُستطاع التنبؤ بعمر البدء و/أو ترقى المرض.

٥- الأشقاء الذين يحملون نمطاً جينياً GJB2 (الذي يرمز بروتينا يدعى connexin 26) متطابقاً مع المستلَف المصاب بالصمم الخفيف - العميق، تكون نسبة الاختطار بأن يكونوا صماً بدرجة وخيمة - عميقة ٩١% وأن يكونوا صماً بدرجة خفيفة - معتدلة بنسبة ٩%.

٦- الأشقاء الذين يحملون نمطاً جينياً GJB2 متطابقاً مع المستلَف المصاب بالصمم الخفيف - المتوسط يكون اختطار إصابتهم بصمم خفيف - معتدل ٦٦% واختطار

إصابتهم بصمم وخيم - عميق ٣٤%.

ج- فقد السمع الوراثي المرتبط بالإكس:

١- الأم الحاملة للطفرة يكون اختطار نقل الطفرة لكل جنين بنسبة ٥٠%؛ فإذا كان ذكراً؛ أصيب بالصمم، وإذا كان أنثى؛ فتكون حاملة للطفرة، وتسمع على الأرجح.

٢- الأم غير الحاملة: يكون اختطار إصابة الأشقاء منخفضاً؛ لكنه أعلى من الاختطار بين عموم السكان بسبب احتمال وجود تزيق الخط الإنشائي mosaicism. germline

٣- وقد تختلف الوخامة والنمط الظاهري للمرض بين الأفراد حاملو الطفرة نفسها بحسب المتلازمة النوعية، وهكذا فقد لا يستطيع التنبؤ بعمر البدء و/أو ترقى المرض.

د- الاضطرابات المتقدرة المرافقة لفقد السمع:

١- يعتمد الاختطار بالنسبة إلى الأشقاء على الحالة الجينية للأم: تُلَفى في أم المستلَف عادة الطفرة المتقدرة، وقد تكون عرضية أو لا عرضية (يلاحظ أن الأب ليس في اختطار امتلاكه الطفرة المتقدرة mtDNA المسببة للمرض).

٢- إذا ملكت الأم الطفرة؛ فجميع أشقاء المريض في اختطار إصابتهم بالصمم.

II- أبناء المريض:

أ- فقد السمع الوراثي الصبغي الجسدي السائد:

أ- ٥٠% اختطار نقل الإصابة لكل طفل.

ب- وإذا بدا أن سبب المرض طفرة جديدة de novo mutation في المستلَف (لا أب المستلَف ولا أمه المصابين بالصمم الصبغي الجسدي السائد يحمل طفرة مسببة للصمم أو أي دليل سريري على الإصابة بالمرض)؛ يجب البحث عن التفسيرات غير الطبية المحتملة (كانفجار شديد مثلاً).

ج- قد تختلف الوخامة والنمط الظاهري للمرض بين الأفراد حاملو الطفرة نفسها بحسب المتلازمة النوعية، وهكذا فقد لا يستطيع التنبؤ بعمر البدء و/أو ترقى المرض.

٢- فقد السمع الوراثي الصبغي الجسدي المتنحي: كل الذرية حاملة بالضرورة.

٣- فقد السمع الوراثي المرتبط بالإكس: ينقل الذكر المصاب الطفرة إلى جميع بناته وإلى كل أبنائه.

٤- فقد السمع الوراثي المتقدري: كل ذرية الإناث الحاملات للطفرة في اختطار إصابتهم بالمرض، في حين يكون جميع أبناء الذكر المصاب في منأى عن الإصابة.

التشخيص قبل الولادي:

أ- من الممكن تقنياً تشخيص بعض أشكال فقد السمع الوراثي قبل الولادي بتحليل الدنا المستخلص من الخلايا

الجسيمات الحالة المتوسعة في الخلية معرقة وظيفتها مؤدية إلى ظهور طراز مميز سريري ومخبري (كيميائي حيوي وشعاعي).

وراثيات داء عديد السكاريد المخاطي نمط I و E وبه الأساسيات:

١- ينجم هذا المرض عن طفرة في جين IDUA المتوضع في 4p16.3 الذي يرمز لإنزيم α -L-iduronidase. يبلغ حجم الجين ١٩ Kb، ويتكون من ١٤ إكسوناً. كشف تحليل الطفرات في هذا المرض طفرتين رئيسيتين: W402X و Q70X، وهما مسؤولتان عن أكثر من نصف الحالات. تسبب هاتان الطفرتان تشكلاً رامرة تَوَقَّف stop codons؛ مما يؤدي إلى غياب الإنزيم غياباً كاملاً (طفرة العدم null mutation).

يؤدي عوز إنزيم α -L-iduronidase إلى طيف واسع من الأعراض السريرية؛ يراوح بين داء هيرلر-الوخيم وداء شي Scheie اللذين هما طرفا الطيف السريري الواسع. تؤدي الطفرة الهوائية nonsense المتماثلة الألائل إلى أشكال وخيمة من داء عديد السكاريد المخاطي I، في حين يرجح أن تحافظ الطفرة المغلطة missense على بعض الفعالية الإنزيمية المتبقية المرافقة للشكل الأخف للمرض.

داء هيرلر Hurler،

يحدث هذا الشكل من داء عديد السكاريد المخاطي I اضطراباً وخيماً مترياً فيه إصابة عضوية ونسجية متعددة تسبب الموت المبكر؛ بعمر ١٠ سنين عادة.

يظهر الرضيع المصاب بمتلازمة هيرلر طبيعياً حين الولادة؛ لكن يغلب أن تظهر فيه الفتوق الأربية. يوضع التشخيص بين سن ٦ و ٢٤ شهراً مع ظهور الضخامة الكبدية الطحالية والملاحح الوجهية الخشنة وتغيم القرنية corneal واللسان الكبير والجبهة البارزة وتيبس المفاصل (اليد المخلبية) والقامة القصيرة وخلل تنسج الهيكل العظمي. ويصاب معظم المرضى بأخماج ناكسة في السبيل التنفسي العلوي والأذن ويتنفس ذي ضجيج وينجيج discharge أنفي غزير مستمر (الشكلان ١١-١٢).

يُظهر التصوير الشعاعي العلامات الشعاعية، وأبكرها هي الأضلاع الثخينة وأجسام الفقرات البيضوية والشذوذات الهيكلية في الأصابع وأجسام diaphyses العظام الطويلة.

داء هيرلر-شي Hurler-Scheie،

يكون النمط الظاهري لهذا المرض متوسطاً بين داء هيرلر وداء شي، ويتميز بإصابة جسمية متريية تشمل خلل التعظم المتعدد مع خلل وظيفي عقلي خفيف أو من دونه. وتبدأ

الجنينية التي يُحصل عليها ب: (١) - بزل السلى الذي يجري نحو الأسبوع الحمل ١٥-١٨. (٢) - اعتيان الزغابات المشيمائية CVS الذي يجري نحو الأسبوع الحمل ١٠-١٢. ب - يجب تحديد الطفرة المسببة للصمم في العائلة قبل التفكير بإمكان إجراء الاختبار قبل الولادي.

ج - التشخيص الوراثي قبل التعشيش (PGD) قد يتوفر للعائلات التي حددت فيها الطفرة المسببة للصمم.

العلاج:

١- يحدد خيار التأهيل المناسب مثل:

أ- المساعدات السمعية.

ب - الجهاز اللمسية الاهتزازية vibrotactile devices.

٢- زرع القوقعة: يؤخذ بالحسبان في الأطفال فوق ١٢ شهراً المصابين بفقد السمع الوخيم-العميق.

٣- إن التدخل السمعي المبكر بالتضخيم أو الجراحة الأذنية أو زرع القوقعة أمر أساسي من أجل الوصول إلى تطور معرفي مثالي؛ ولا سيما في الأطفال المصابين بالصمم قبل اكتساب مهارة الكلام.

١٥ - أدواء عديد السكاريد المخاطي

أ - داء عديد السكاريد المخاطي نمط I Mucopolysaccharidosis I

مرض وراثي صبغي جسدي متنحٍ يراوح وقوعه بين ٣,٥ و ٤,٥ لكل ١٠٠٠٠٠ ولادة حية.

ينجم المرض - كغيره من أدواء عديد السكاريد المخاطية الأخرى- عن طفرة في جين مرمز لإنزيم من إنزيمات الجسيمات الحائلة lysosomal الضرورية لتدرك (GAG's glycosaminoglycans (acid mucopolysaccharides). الـ GAG's كبروهيدرات معقدة طويلة السلسلة مكونة من أحماض يورينية uronic وسكاكر أمينية وسكاكر حيادية. أما أصناف الـ GAG's الرئيسية؛ فهي:

chondroitin-4-sulfate, chondroitin-6-sulfate, heparan sulfate, dermatan sulfate, keratan sulfate, and hyaluronan.

ترتبط هذه المواد- باستثناء hyaluronan- ببروتين لتشكل البروتيوغليكانات proteoglycans، وهي المكونات الرئيسية للمادة القاعدية للنسيج الضام وللأغشية النووية والهيولية. تتدرك degradation البروتيوغليكانات عن طريق تحلل بروتين النواة البروتينية، يلي ذلك تدرك منتظم لجزيء الغليكوزامينوغليكان. ويؤدي فشل هذا التدرك- بسبب نقص إنزيم من إنزيمات الجسيمات الحالة الطافرة- إلى تراكم قطع الغليكوزامينوغليكان داخل الجسيمات الحالة. تتراكم



الشكل (١٣): مريض مصاب بمتلازمة هيرلر- شي عمره ١٤ سنة. قصر قامته، قامته نصف جائحة، تيبس المفاصل.

هي قياس GAG في البول؛ وإجراء تحليل كمي لـ GAG أو تحليل قلائل السكرائد oligosaccharide بقياس العليف الكتلوي الترادي Tandem mass spectrometry الذي يكشف أنماطاً نوعية لاء عايء السكرائد. وتؤكد مقايسة إنزيم α -L-iduronidase التشخيص.

التشخيص قبل الولاي:

متوفر، ويجري على الخلايا المزروعة من خزعة الزغابات المشيمائية أو السلى amniotic fluid.

التشخيص بتحليل الطفرة ممكن؛ إذا حددت الطفرة عند فرد في العائلة

التشخيص قبل التعشيش كذلك ممكن إذا حددت الطفرة. العلاج:

يجري زرع الخلايا الجذعية المكونة للءم والإعاضة الإنزيمية في مؤسسات متخصصة. حسن زرع النقي الأعراض الجسدية للمرض تحسيناً كبيراً.

التوعية الوراثية:

١- اختطار الءءوء:



الشكل (١١): رأس كبير مع بروز الجبهة والملامح الوجهية الخشنة وتباعد العينين والتغيم القرونوي وانخفاض جئر الأنف واللسان الكبير والعنق القصير



الشكل (١٢): اليد المخيلية

الأعراض بالظهور بين السنتين الثالثة والثامنة، وتستمر البقيا حتى سن البلوغ (الشكل ١٣).

داء شي Scheie

داء خفيف مقارنة بغيره، يتميز بتيبس المفاصل وإصابة الصمام الأبهرى والتغيم القرنى وخلل التعظم المتعدد الخفيف. وتبدأ الأعراض المهمة بعد سن الخامسة، ويوضع التشخيص بين السنتين العاشرة والعشرين. ذكاء المرضى طبيعى، وطولهم كذلك طبيعى. وقد ينسد المسلك الهوائى مسبباً توقف النفس النومى الذي يتطلب فغر الرغامى.

التشخيص:

يسوغ الشك السريرى إجراء المسح الشعاعى الهيكلى (صدر، عمود فقري، يءان، حوض) الذي قد يبيء علامات مبكرة لخلل التعظم المتعدد. الخطوة التشخيصية التالية

أ - عند شقيق المريض: ٢٥٪

ب - عند ذرية المريض: في داء شي، غير مرتفع ما لم يكن الزوج حاملاً للمرض. أما في داء هيرلر وهيلر- شي؛ فلا يصل المريض إلى سن الإنجاب.

ب - داء عديد السكاريد نمط III

داء سانفيليبو Sanfilippo

واحد من أكثر متلازمات أدواء عديد السكاريد المخاطية شيوعاً. ويراوح انتشاره بين ١/٢٤٠٠٠ و ١/٢٠٠٠٠٠.

يؤلف داء سانفيليبو مجموعة متغايرة جينياً؛ لكنها متشابهة سريرياً مؤلفة من أربعة أنماط معروفة. وينجم كل نمط عن عوز إنزيمي مختلف يشارك في تدرك سلفات الهيباران. وجدت طفرات جينية في كل حالات أدواء عديدة السكاريد III (MPS III) التي عزل فيها الجين.

وهناك تفاوت في النمط الظاهري بين حالات سانفيليبو؛ لكن أقل مما في الأنماط الأخرى من أدواء عديد السكاريد المخاطية. ويتميز المصابون بداء سانفيليبو بإصابة الجملة العصبية المركزية إصابة وخيمة بطيئة الترقى مع مرض جسدي خفيف (الشكل ١٤).

ويتفرد داء سانفيليبو من بين أدواء عديد السكاريد المخاطية بعدم التناسب هذا. ويبدأ ظهور الملامح السريرية بين عمر السنتين وست سنوات في طفل بدأ طبيعياً في السابق. وتضم الملامح اللافت للنظر أواخر التطور، فرط النشاط والسلوك العدواني؛ الشعر الخشن، الشعرانية، اضطرابات النوم، ضخامة كبدية طحالية خفيفة. ويشيع التأخر في تشخيص داء سانفيليبو بسبب الملامح الجسدية الخفيفة وفرط النشاط وبطء سير الإصابة العصبية. يحدث التدهور العصبي الوخيم في معظم المرضى بعمر ٦-١٠



الشكل (١٤): طفل عمره ٥ سنوات مصاب بداء سانفيليبو. لاحظ الحاجبين الشخين، الشعر الخشن.

سنوات مع تدهور المهارات الاجتماعية والتلاؤمية بسرعة، وتشيع المشاكل السلوكية الوخيمة كاضطرابات النوم وفرط النشاط غير المسيطر عليه وسورات غضب مزاجية وسلوك تخريبي وعدوانية جسدية.

التشخيص:

١- ارتفاع إطراح هيباران سلفات heparan sulfate في البول.
٢- بالتصوير: يظهر التصوير الشعاعي درجة خفيفة من خلل التعظم المتعدد، ويظهر التصوير المقطعي المحوسب CT في البداية ضموراً قشرياً خفيفاً إلى متوسط يصبح وخيماً في المراحل المتأخرة.

يؤكد التشخيص بالمقاييس الإنزيمية النوعية؛ كما أن التحليل الجزيئي متوفر.

التوعية الوراثية:

١- اختطار العودة:

أ - شقيق المريض: ٢٥٪.

ب - ذرية المريض: لا ينبج بسبب التخلف العقلي.

٢ - التشخيص قبل الولادة:

أ - عند الأجنة التي في حال اختطار إصابتها بـ MPSIII

- معايرة فعالية السلفاميداز باستخدام مقاييس الفعالية الشعاعية في الخلايا السلوية وفي الرغابات المشيمائية CVS.

ب - الأجنة التي في حال اختطار إصابتها بـ MPSIII B

١ - مقاييس فعالية إنزيم a-N-acetylglucosaminidase في الخلايا السلوية المزروعة وفي عينة الرغابات المشيمائية CVS.

٢ - ارتفاع مستوى هيباران السلفات في السائل السلوي.

٣ - التشخيص الجزيئي.

ج - الأجنة التي في حال اختطار إصابتها بـ MPSIII D:

١ - مقاييس بمقياس الطيف الضوئي لفعالية N-acetyl-

α-glucosamine-6-sulfatase.

٢ - التحليل الجزيئي في عائلات محددة.

التدبير:

١ - معالجات داعمة وأعراضية.

٢ - زرع النقي قابل للتطبيق من دون تحسن عصبي.

١٦- تهدل الجلد الخلقي Cutis laxa

يسمى أيضاً انحلال النسيج المرن المعمم، وهو مجموعة متغايرة من الاضطرابات يجمع بينها شذوذات النسيج المرن، وتتنظاهر بجلد فضفاض غير مرن معطياً مظهر الشيخوخة المبكرة.

وراثيات المرض وعيوبه الأساسية:



الشكل (١٥): طفل عمره ست سنوات مصاب بهتدل الجلد من النمط الصبغي الجسدي المتنحي II. يلاحظ الوجه الموهج بتقدم السن، تدلي الخدين، وارتخاء الجفنين، والأنف العريض المسطح، وقصر عميد الأنف، والأذنان الكبيرتان.



الشكل (١٦): الطفل نفسه يبدي جلدًا رخوًا في البطن والفخذين مع فتق أربي أيسر.

قد يتطور تهديل الجلد في الشكل السائد في أي عمر، وهو حميد عموماً، وحين يتظاهر في سن الرضاع قد ترافقه رخاوة الأريطة والتأخر في انغلاق اليوافيخ، وقد يظهر نفاخ الرئة وتظاهرات قلبية وعائية خفيفة.

التشخيص:

ييدي فحص الجلد التشريحي المرضي ندرة النسيج المرن وتقطعه في كامل الأدمة، وتكون الألياف المرنة متسعة

(١) التغيرات الجينية:

I- تهديل الجلد الصبغي الجسدي المتنحي، وهي حالة متغايرة جينياً، وتشكل النمط الأكثر شيوعاً ويقسم هذا النمط إلى ثلاثة أنماط فرعية:

١- نمط I، أقل تواتراً من النمط II.

٢- النمط IIA، يرافقه تأخر نمو وتطور، وهو تهديل جلد مع اضطراب خلقي في الارتباط بالفلوكوزيل glycosylation أو من دون ذلك.

٣- النمط IIB، ترافقه مظاهر تشبه الشيخوخة progeroid.

II- تهديل الجلد الصبغي الجسدي السائد.

III- تهديل الجلد المرتبط بالإكس المتنحي؛ ويسمى حالياً متلازمة إهلر- دانلوس Ehlers - Danlos النمط IX .

(٢) العيوب الجزيئية والكيميائية الحيوية:

١- تكون الطفرة في النمط I مغلطة متماثلة الألائل (T998C) في جين fibulin5 (FBLN5).

٢- ينجم النمط IIA عن طفرة في الجين الليروزومي ATPase. وهو اضطراب مركب وُصف في أطفال مصابين بهتدل الجلد المرافق لإصابة جملة عصبية مركزية وخيمة وعيوب الهجرة الدماغية وفقد السمع.

٣- ينجم النمط IIB عن طفرة في جين PYCR1.

المظاهر السريرية:

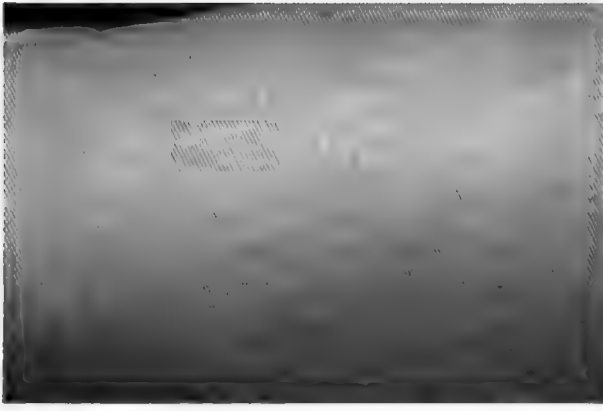
النمط الصبغي الجسدي المتنحي أكثر شيوعاً من السائد ويكون النمط I الأسوأ إنذاراً مع نفاخ رئوي وفتوق سرية وأربية ورتوج معدية معوية وبولية مثانية.

يسمى النمط II تهديل الجلد مع الرخاوة المفصلية وتأخر التطور، ويبدو في المرضى وجه يوهج بالتقدم بالسن بسبب تعمق الطيات الجلدية، كما تميل الشقوق الجفنية إلى الأسفل، ويزيد ارتخاء الجفن والشتير الخارجي ectropion أحياناً مظهر التقدم في السن، وكذلك الأنف العريض المسطح، وتدلي الخدين، وقصر عميد columella الأنف، والأذنان الكبيرتان (الشكل ١٥).

بروز الطيات الجلدية (جلد رخو) حول الركبتين والبطن والفخذين (الشكل ١٦).

لا هشاشة جلدية ولا فرط مرونة ولا صعوبة في تنديب الجروح.

ينجم خلع الوركين والمفاصل القابلة للبسط المضطرب والفتق وتخلخل العظم والنفاخ الرئوي الوخيم عن انحلال النسيج المرن. كما يعاني المريض ضخامة البطن الأيمن والقلب الرئوي وحة الصوت بسبب رخاوة الحبال الصوتية.



الشكل (١٧): وسوف فوق الساق في السماك الشائع

الشتاء، وقد يغيب غياباً كاملاً في أشهر الصيف.

المعالجة: عرضية.

١٨- داء ترسب الأصبغة الدموية الوراثي

Hereditary hemochromatosis

اضطراب وراثي شائع يحدث في استقلاب الحديد، وهو أكثر الأمراض الوراثية الصبغية الجسدية المتنحية شيوعاً في القوقازيين (الأوروبيين والأمريكيين) بانتشار ١/٣٠٠ - ١/٥٠٠ فرد. يتميز المرض بارتفاع امتصاص الحديد يؤدي إلى حمله على نحو مفرط متروك.

وراثيات المرض وعيوبه الأساسية:

١- نمط الانتقال الوراثي: صبغي جسدي متنح.

٢- السبب: طفرة مفردة في جين HFE المحمول على الصبغي ٦p21.3. يرمز جين HFE بروتيناً سكرياً يسمى HFE يرتبط بمستقبلات الترانسفيرين منقصة ألفتها للترانسفيرين المرتبط بالحديد سامحاً بالقبض uptake الخلوي للترانسفيرين المرتكز على الحديد.

٣- طفرتان شائعتان (من نمط الطفرة المُغلطة missense)، هما:

- C282Y: مسؤولة عن معظم حالات المرض (< ٨٠% من حالات المرض في أرجاء العالم)، وإذا كانت متماثلة الألائل؛ يكون الفرد في اختطار مرتفع لظهور أعراض داء ترسب الأصبغة الدموية الوراثي. وإذا كانت متخالفة الألائل يكون لدى الحامل مستوى مرتفع من إشباع الترانسفيرين، ويندر أن يتأذى عضو من أعضائه.

- الطفرة H63D: من غير المرجح أن تسبب حالة تماثل الألائل منها أعراض المرض.

- طفرات أخرى لجين HFE أكثرها شيوعاً طفرة S65C. - الفيزيولوجيا المرضية في داء ترسب الأصبغة الدموية الوراثي: ارتفاع غير ملائم في امتصاص الحديد من الأمعاء

ومتلازمة (متجمعة). كما يكون التشخيص الجزيئي ممكناً؛ إذا عُرف الجين الطافر.

التوعية الوراثية:

يكون اختطار حدوث المرض في شقيق المريض في النمط الصبغي الجسدي المتنحي ٢٥٪، ولا يزداد في الشكل السائد؛ ما لم يكن أحد والدي المريض مصاباً.

أما في النمط المرتبط بالإكس إذا كانت الأم حاملاً بذكر؛ فيكون احتمال إصابته ٥٠٪، وإذا كانت حاملاً بأنثى؛ فيكون احتمال أن تكون حاملاً ٥٠٪. وإن لم تكن الأم حاملاً للمرض؛ يكن احتمال العودة في العائلة منخفضاً؛ ولكنه أعلى من عموم الناس لعدم معرفة اختطار تزويج الخط الإنتاشي عند الأم.

يكون اختطار ظهور المرض في ذرية المريض في النمط المتنحي غير مزداد ما لم يكن الزوج حاملاً أو مصاباً، و٥٠٪ في النمط السائد. أما في الشكل المرتبط بالإكس المتنحي؛ فينقل الذكر المصاب المرض إلى بناته فقط.

يعتمد التشخيص قبل الولادي على تحليل DNA الجنين المأخوذ من بزل السلى أو من الزغابات المشيمية CVS؛ إذا كانت الطفرة المسببة للمرض معروفة مسبقاً. كما يفيد تحديد جنس الجنين في النمط المرتبط بالإكس المتنحي. التدبير: المعالجة داعمة، الوقاية من الأخماج بالصادات، الجراحة التجميلية للجلد المتهدل.

١٧- السماك الشائع (Ichthyosis vulgaris (IV

تسبب السماك الشائع IV طفرات صبغية جسدية سائدة أو متنحية في جين الفيلاجرين filaggrin - (الفيلاجرين هو بروتين مُكدس للخيوط filament-aggregating الذي يشبه الهيكل الخلوي من نمط خيط الكيراتين) - مسببة انخماص الخلايا المحيية وتحولها إلى شكل خلايا حشرية مسطحة كلاسيكية. تؤدي طفرات الفيلاجرين إلى نقص الحبيبات الكيراتوهيالينية نقصاً واضحاً أو إلى غيابها.

السماك الشائع من أكثر اضطرابات التقرن شيوعاً بوقوع ١ / ٢٥٠ ولادة حية. يحدث البدء في السنة الأولى من العمر. وفي معظم الحالات يكون البدء مخاتلاً مكوناً من خشونة سطح الجلد فقط. وأكثر مناطق التفلس وضوحاً هي الوجوه الباسطة للأطراف؛ ولا سيما الساقين (الشكل ١٧).

لا تصاب الوجوه العاطفة، ولا يصاب البطن والعنق والوجه نسبياً. ويشيع نسبياً تقران الجريبات الشعرية؛ ولا سيما أعلى الذراعين والخصذين وفرط تقران الراحتين والأخمصين والتائب atopy. يزداد التفلس وضوحاً في

بسبب الطفرات في جين HFE.

الملاحح السريرية:

متنوعة، ووسطى عمر الفرد عند بدء ظهور الأعراض ٥١ سنة في الذكور. أما الإناث المتماثلة الألائل؛ فإن احتمال ظهور الأعراض عندهن أقل مما في الذكور (نقص الانتفاذ penetrance المرضي في الإناث)، ويكون العمر الوسطى لظهور الأعراض لديهن ٥٠ عاماً.

أعراض المرض يغلب أن تكون مخاتلة في البداية تتجلى بآلام مفصلية مبهمه، تعب، نوا، خمول، خسارة وزن. أما التظاهرات المتأخرة التي تظهر حين تراكم حديد الأنسجة على نحو مترق؛ فتكون تغير لون الجلد، والتهاب المفاصل، الضخامة الكبدية وهي أكثر العلامات السريرية شيوعاً، والضمخامة الطحالية، والتشمع، وفرط الضغط البابي الذي يسبب الحبن. كما تظهر سرطانة الخلايا الكبدية في ٣٠٪ من المرضى، وقد يعاني المريض اعتلال قلب توسعياً، واضطراب نظم القلب، وفشل القلب، والسكري، وقصور غدد تناسلية نخامياً، وقصور الدرقية.

التشخيص: ارتفاع فيريتين المصل، ارتفاع قيمة إشباع ترانسفيرين- حديد (ك ٦٠٪ في الرجال و ٥٠٪ في النساء على مرتين بفاصل مختلف)؛ وهو مشعر مبكر وموثوق لفرط حمل الحديد الوراثي.

التشخيص الوراثي الجزيئي: في أول حالة في العائلة كان فيها مستوى إشباع الترانسفيرين-الحديد أكثر من ٤٥. تجرى الدراسة النسيجية للكبد بعد التشخيص الجزيئي للمرض.

كشف الحامل ممكن بشرط تحديد طفرتي جين HFE في فرد من أفراد العائلة ذات الاختطار.

يجري تحري screening المرض بتحليل إشباع الترانسفيرين والسعة الرابطة للحديد غير المشبعة. تدبير المرض: الفصادة الدورية.

التوعية الوراثية:

١- اختطار الإصابة:

أ - احتمال إصابة شقيق المريض: ٢٥٪؛ إذا كان الوالدان حملة. ٥٠٪؛ إذا كان أحد الوالدين مصاباً متماثل الألائل والآخر حاملاً لطفرة في جين HFE.

ب - نسل المريض: احتمال أن يكون زوجه حاملاً لطفرة 9/1 HFE؛ ومن ثم يكون احتمال أن ينجب الحامل طفلاً مصاباً بالمرض نحو ٥٪ ($18/1 = 2/1.9/1$).

٢- التشخيص قبل الولادي:

ممكن عملياً حين تحديد طفرتي المرض في العائلة. لكن من النادر أن يجرى؛ لأن ظهور أعراض المرض يكون متأخراً (في سن الكهولة)، وهو قابل للعلاج.

الأمراض الوراثية المتحيزة المرتبطة بالصبغي X

سامر الزعبي

والإبطيين، ويكونون كذلك عقيمين.

أما عدم الحساسية الجزئية أو المعتدلة للأندروجين؛ فتتجسّد فيه أنسجة الجسم جزئياً لتأثير الأندروجين، وتسمى هذه الحالة متلازمة ريفنستاين Reifstein syndrome، وقد يكون لبعض الأشخاص المصابين بهذا النمط أعضاء تناسلية أنثوية نموذجية، أو أعضاء تناسلية بمظهر أنثوي-ذكوري، أو أعضاء تناسلية ذكورية نموذجية، ولذلك قد ينمو بعض الأشخاص على أنهم إناث، وبعضهم على أنهم ذكور، وبعضهم الآخر مخنث. ويكون هؤلاء الأشخاص عقيمين، وغالباً ما يظهر لديهم التثدي حين البلوغ.

الحدوث:

يحدث اضطراب عدم الحساسية الكاملة للأندروجين بنسبة ٢-٥ لكل ١٠٠٠٠٠ شخص، في حين تكون نسبة عدم الحساسية الجزئية للأندروجين أقل بقليل أو مساوية لنسبة عدم الحساسية الكاملة.

التشخيص:

نادراً ما يُكشف عدم الحساسية الكاملة للأندروجين في أثناء الطفولة، وغالباً ما يشاهد نمو أو انتفاخ في البطن أو المنطقة الأربية يتبين حين التدخل الجراحي أنه خصي. ولا يوضع التشخيص إلا حين غياب الدورة الطمثية. أما عدم الحساسية غير الكاملة (الجزئية والمعتدلة) للأندروجين؛ فتشخص في أثناء الطفولة؛ لأن الشخص قد يكون لديه أعضاء وصفات جسدية ذكورية وأنثوية.

تشمل الاختبارات التشخيصية الاختبارات الدموية للتحقق من مستويات هرمون التستوستيرون والهرمون الملوتن والهرمون المنبه للجريب (FSH)، واختبارات هرمونية للتحقق من عدم وجود عوز الأندروجين. كما يجري اختبار تحديد النمط النووي karyotype لتحديد التركيب الجيني للشخص؛ ولا بدّ من إجراء فحص الحوض بالأمواج فوق الصوتية.

المعالجة والتدبير:

يجب استئصال الخصيتين اللتين ليستا في مكانهما الصحيح خوفاً من حدوث خباثة، ولكن زمن هذا الاستئصال هو محل جدل، فقديمًا كان يُفضل استئصال الخصيتين المبكر لمنع ظهور مشاكل نفسية جنسية في أثناء مرحلة المراهقة أو الشباب، لكن يوصى حالياً بالاستئصال بعد البلوغ

من أهم الأمراض الوراثية المتحيزة المرتبطة بالصبغي X:

١- متلازمة عدم الحساسية للأندروجين Androgen insensitivity syndrome (AIS):

هي اضطراب جيني يؤثر في النمو الجنسي قبل الولادة وفي فترة البلوغ. تكون الصيغة الصبغية في المصابين (46,XY)، وتكون أجسامهم غير قادرة على الاستجابة للهرمونات الجنسية الذكورية (الأندروجين)، ويظهرون صفات جنسية ثانوية خارجية أنثوية أو علامات تطور جنسي ذكوري-أنثوي.

السبب:

طفرات في جين مستقبلات الأندروجين androgen receptor (AR) المتوضع على الصبغي X والمسؤول عن اصطناع مستقبل الأندروجين الذي يسمح للخلية بالاستجابة لتأثير هرمونات الأندروجين الذكورية (مثل التستوستيرون) التي تؤثر في تطور الأعضاء التناسلية الذكورية وفي إظهار الصفات الجنسية الثانوية؛ فغياب المستقبلات الأندروجينية أو نقصها يؤدي إلى انعدام قدرة الأندروجينات على دخول الخلايا والتأثير فيها أو نقص هذا التأثير. وتبعاً لمستوى نقص المستقبل تظهر صفات جنسية تراوح بين الذكورية البحتة (نقص قليل) والأنثوية البحتة (نقص شديد)، وبينهما درجات متفاوتة فيما بين هاتين الحالتين الطرفيتين.

نمط التوريث في هذه المتلازمة هو وراثة متحيزة مرتبطة بالصبغي X، ولذلك تظهر عند الذكور (بسبب وجود صبغي X واحد عندهم).

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تحدث متلازمة عدم الحساسية التام للأندروجين حين لا يستطيع الجسم استخدام الأندروجينات على الإطلاق. ويكون لدى الأشخاص المصابين بهذا النوع أعضاء جنسية خارجية أنثوية مع غياب الرحم، ولذلك لا تُلفى دورة طمثية. وغالباً ما ينمون ويكبرون بشخصية أنثى. وفي الوقت نفسه يكون لدى هؤلاء الأشخاص أعضاء تناسلية داخلية (خصي) ذكورية غير نازلة أو معلقة متوضعة في الحوض أو البطن. وغالباً ما تتسرطن هذه الخصي المعلقة التي قليلاً ما تنزل في وقت لاحق من الحياة؛ إذا لم تستأصل جراحياً. كما يكون لدى هؤلاء الأشخاص شعر متناثر أو غائب في منطقة العانة

لندرة الاستحالة السرطانية قبله.

تعطى الإستروجينات الضرورية لإحداث البلوغ، ومتابعة ذلك للمحافظة على الصفات الجنسية الثانوية والسلوك الأنثوي.

ومن الواجب تقديم دعم نفسي للعائلة والطفل المصاب وإطلاعهم على السبب وإعلامهم احتمالات تكرار الحالة في الحمل اللاحقة.

الإنذار:

الإنذار جيد في المرضى المصابين بعدم الحساسية الكاملة للأندروجين؛ إذا استؤصلت الخصى في الوقت المناسب، أما الإنذار في المصابين بعدم الحساسية غير الكاملة (الجزئية والمعتدلة) للأندروجين؛ فيعتمد على مظهر الأعضاء التناسلية. المضاعفات المحتملة هي العقم ومشاكل نفسية واجتماعية وسرطان الخصى.

٢- اعتلالات الديستروفين (حتل دوشين العضلي) Dystrophinopathies (Duchenne muscular dystrophy)؛

يتميز كل من حتل دوشين العضلي وحتل بيكر العضلي (Becker muscular dystrophy (BMD) بضعف العضلات وتنكسها. ومع تبين أن سببهما واحد؛ يُعدّان مرضين منفصلين اعتماداً على عمر بدء المرض، وسرعة تطوره، وعلى بعض الأعراض المميزة.

السبب:

ينجم مرض حتل دوشين DMD عن طفرات في جين الديستروفين ذي الحجم الكبير والمتوضع على الصبغي X. يرمز الجين بروتين الديستروفين Dystrophin الذي يدخل في تركيب الخلايا العضلية. وتؤدي طفرات هذا الجين إلى عدم إنتاج بروتين الديستروفين أو إنتاجه بكميات قليلة أو إنتاج بروتين ديستروفين طافر غير طبيعي. ويصيب DMD الذكور فقط، وتكون الإناث حواملات Carriers، ويتبع انتقاله في العائلة نمط الوراثة المتنحية المرتبطة بالصبغي X.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

يؤثر حتل دوشين DMD في العضلات الهيكلية، ويبدأ بضعف العضلات المترقي الذي يكون سريعاً في حتل دوشين DMD وبطيئاً في حتل بيكر BMD. وينتهي الأمر غالباً في المصابين بـ DMD إلى استخدام الكرسي المتحرك في سن بين ١١-١٩. وفي المراحل المتأخرة تبدأ العضلة القلبية بالتأثر؛ مما يؤدي إلى الوفاة. كما يبدو في المصابين التقصع Contractures (انكماش العضلات بسبب التليف ونقص توتر العضلات) الذي يسبب تيبس المفاصل الذي يكون أحياناً في

وضعية تسبب ألماً شديداً. ويُعدّ الجنف Scoliosis مشكلة أخرى شائعة في هؤلاء المرضى.

تظهر أول أعراض DMD باكراً في الطفولة، وتبدو بتأخر التطور الحركي مثل الجلوس والوقوف. مشية الطفل المصاب متهادية أو على رؤوس الأصابع، وغالباً ما يكون هناك تلكؤ وصعوبة في الركض. وقد ينتبه الأهل لذلك متأخرين، وفي سنّ خمس سنوات تقريباً (وهو غالباً الوقت الذي يجري فيه التشخيص) يكون من الصعب على الطفل صعود الدرج أو الوقوف من وضع الجلوس على الأرض، وتسمى الطريقة التي يستخدمها الطفل للنهوض من الأرض علامة غاور Gower's sign التي تُعدّ علامة مساعدة على التشخيص. تنجم هذه المشاكل الحركية عن ضعف العضلات الكبيرة الدائنية. تتليف عضلات الريلتين (calves)، فتظهر منتفخة بسبب حلول نسيج شحمي ليفي محل النسيج العضلي، وتُعدّ ضخامة عضلات الريلتين (الضخامة الكاذبة Pseudohypertrophy) علامة مميزة لحتل دوشين DMD.

وقد يعاني بعض الذكور صعوبات تعلم وتخلفاً عقلياً.

الحدوث:

يصيب حتل دوشين DMD 1 من ٣٣٠٠ ذكر تقريباً بغض النظر عن العرق، وهو أكثر شيوعاً من حتل بيكر.

التشخيص:

يوضع التشخيص غالباً بالاعتماد على الأعراض الجسمية إضافة إلى التاريخ العائلي وفحص خزعات عضلية وقياس مستويات الكرياتين كيناز (Creatine kinase (CK ويتأكد بالفحص الجيني بتحري طفرات جين DMD. تبدو مستويات CK مرتفعة بمقدار ١٠ مرات عن المستوى الطبيعي. وتُظهر الخزعات العضلية في المراحل المتأخرة تشوهات واضحة في الخلايا العضلية مع وجود نسيج شحمي وليفيّة واضحة عوضاً من الألياف العضلية.

المعالجة والتدبير:

لا يشفى حتل دوشين، وتعالج الأعراض، وتخفف من قبل أطباء اختصاصيين. وقد تمنع التمارين الرياضية والمعالجة الفيزيائية حدوث تيبس المفاصل، وتحافظ على الحركة. وتجنب البدانة ضروري جداً. وتساعد أدوات الحركة الآلية الشخص الذي أصبح معوقاً على الاعتماد على نفسه قدر المستطاع. تُعدّ الستيروئيدات corticosteroids الأدوية الوحيدة التي أثبتت فائدة متواضعة في تعديل مسار المرض.

الإنذار:

ينتهي المطاف بمصابي حتل دوشين إلى الكرسي المتحرك

كان ذلك آلية دفاعية ضد الملاريا. ولوحظ الانتشار الأكبر للمرض في إفريقيا وغينيا الجديدة والشرق الأوسط وبعض مناطق بلدان البحر المتوسط ومناطق من آسيا، حيث يراوح انتشار المرض بين ٥-٢٥% من السكان. ويُقدَّر أن ٤٠٠ مليون شخص في العالم يعانون من G6PD، ويصيب ١ من كل ١٠ ذكور من أصول إفريقية في الولايات المتحدة.

التشخيص:

يمكن تشخيص G6PD بإجراء اختبار دم بسيط للتأكد من مستويات إنزيم G6PD، وتساعد اختبارات الدم مثل تعداد الدم الكامل، وتحري مستوى الهيموغلوبين المصلي، وتعداد الخلايا الشبكية على تشخيص فقر الدم الانحلالي. ويمكن إجراء اختبار جيني لتحري الطفرات في جين G6PD.

المعالجة والتبوير:

حين ثبوت الإصابة تتضمن المعالجة تدابير وقائية مثل إيقاف كل الأدوية التي تسبب تدمير الكريات الحمر، والابتعاد عن تناول الفول حتى التعرض لأماكن زراعته، واستخدام الأدوية التي تعالج الخمج حين وجوده، وإعطاء الأكسجين ونقل الدم في بعض الحالات. ويُعالج يرقان حديثي الولادة الناجم عن هذا المرض بوضع الطفل تحت أضواء خاصة تزيل الأصفرار.

الإنذار:

يتعافى معظم الأشخاص المصابين تعافياً كاملاً، وتختفي نوبات الدم الانحلالية حين إيقاف العامل المحفز لتطور الأعراض وتقديم العلاج اللازم. ومن النادر حدوث الفشل الكلوي أو الوفاة في الحالات الشديدة للمرض.

٤- الناعور A (Hemophilia A):

مرض موروث ينجم عن عوز بروتين دموي يسمى العامل الثامن Factor VIII أحد عوامل التخثر، فحين عدم وجود كميات كافية منه لا يمكن للدم أن يتخثر، ويستمر النزف الدموي من أي جرح في الجسم، ولا يعني هذا أن الأشخاص الذين لديهم هذا المرض ينزفون أسرع أو أبطأ من الأشخاص السليمين، وإنما هو نزف متطاوّل أو نوبات نزفية بسبب عدم القدرة على إيقاف جريان الدم من جرح ما في الجسم. ويُطلق أيضاً على هذا المرض اسم الناعور التقليدي classical hemophilia.

السبب:

يحدث الناعور A بسبب طفرات في الجين المسؤول عن اصطناع العامل الثامن من عوامل التخثر، وقد تكون هذه الطفرات موروثية، أو تحدث تلقائياً من دون وجود تاريخ عائلي

في سن ١٢ سنة، ويموت معظمهم في أول العشرينيات من العمر. ومع التقدم في العناية القلبية والتنفسية والوسائل الحركية المتطورة يصل بعض المرضى حالياً إلى عمر ٣٠ أو أكثر.

٣- عوز غلوكوز-٦- فوسفات ديهيدروجيناز-Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency (G6PDD)

يصيب الذكور غالباً، ويؤثر على نحو رئيس في الكريات الحمر في الدم. ويؤدي عدم وجود كميات كافية من إنزيم غلوكوز-٦- فوسفات ديهيدروجيناز (بروتين ضروري لتنظيم العمليات الحيوية في خلايا الجسم؛ ولا سيما الكريات الحمر) في الدم إلى تحطم الكريات الحمر بسهولة حين التعرض لعداوى جرثومية أو لبعض الأدوية، ويحدث بعد ذلك انحلال الدم Hemolysis الذي يتطور في النهاية إلى فقر دم انحلاّلي.

السبب:

عوز إنزيم غلوكوز-٦- فوسفات ديهيدروجيناز مرض موروث يتبع نمط الوراثة المتنحية المرتبطة بالصبغي X، ولذلك يصيب الذكور فقط، وتكون الإناث حاملات Carriers. ويؤدي وجود طفرات في جين G6PD المتوضعة في الموقع Xq28 إلى إنتاج كميات قليلة أو غير وظيفية من إنزيم G6PD، وتتجمع في الكريات الحمر بعد ذلك جذور أوكسجينية حرة مسببة تدميرها وانحلالها؛ إذا تعرضت لعامل مؤكسد، كبعض الأخماج أو تناول بعض الأدوية أو حتى تناول البقول، ولا سيما الفول.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

لا يُظهر الأشخاص المصابون بهذا المرض أي أعراض إلا عند تعرض كرياتهم الحمر لبعض المواد الكيميائية الموجودة في الدواء أو الغذاء أو حتى تعرضهم للإجهاد أو الكرب. تشمل الأعراض الشائعة: البول الأدكن والإنهاك الجسدي والشحوب وتسرع ضربات القلب وضيق النفس واصفرار لون الجلد (يرقان). وفي الحالات الوخيمة النادرة من هذا المرض تظهر أعراض مهددة للحياة مثل: الصدمة، والفشل الكلوي والفشل القلبي الاحتقاني. ويعاني معظم الأشخاص نوبات انحلال دم شديدة حين التعرض للفول، وهو ما يسمى الفوال.

الحدوث:

لاحظ العلماء أن الأشخاص المصابين بعوز G6PD هم محصنون ضد الإصابة بالملاريا، وقد تبين أن مرض G6PDD أكثر شيوعاً في المناطق التي ينتشر فيها مرض الملاريا، وربما

للمرض (في ٣٠٪ من المرضى). ويتبع هذا المرض نمط الوراثة المتنحية المرتبطة بالصبغي الجنسي X. يكون العامل الثامن غير وظيفي أو غائباً بسبب طفرات توقف إنتاج هذا العامل في نحو ٥-١٠٪ من المصابين بالناعور A، في حين تكون الكميات المنتجة قليلة في المرضى الباقين.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تختلف الأعراض بحسب حالة العامل الثامن (غائب، أو ناقص، أو غير وظيفي)، وبذلك يتظاهر هذا المرض بحالات مختلفة بحسب مستويات العامل الثامن الوظيفية التي يُصنعها جسم المريض، وهي: شديدة (وجود أقل من ١٪ من كمية العامل الثامن الطبيعية في البلازما) أو متوسطة الشدة (وجود من ١٪ وحتى ٥٪ من كمية العامل الثامن الطبيعية في البلازما) أو معتدلة (وجود من ٦٪ حتى ٤٩٪ من كمية العامل الثامن الطبيعية في البلازما). والعرض الرئيس هو تطاول زمن النزف Prolonged bleeding، وغالباً ما يلاحظ أولاً حين ختان الذكور الرضع. وقد لا تلاحظ مشاكل النزف إلا حين يبدأ الرضيع بالزحف والمشي.

في الحالات المعتدلة قد تحدث نوبات النزف المتطاولة بعد الجراحة، أو الرضوض أو المعالجات السنية. أما في الحالات الشديدة: فتحدث نوبات النزف الطويلة بعد جروح صغيرة، أو تكون بشكل كدمات منتفخة مؤلمة أو نزوف تلقائية مجهولة السبب في أعضاء حيوية وفي المفاصل والعضلات (نزوف داخلية).

وتبدو النزوف عموماً بشكل نزوف في المفاصل تتجلى بالم و انتفاخ، وجود الدم في البول والبراز، تكدم في الجسم، نزف في القناة المعوية والقناة البولية، نزف أنفي، نزوف في الجروح و قلع الأسنان والجراحات، نزوف مجهولة السبب.

الحدوث:

يحدث الناعور A غالباً في الذكور، وقد تظهر في النساء الحوامل للمرض أعراض معتدلة الشدة؛ وذلك بسبب تجانف skew التعطيل العشوائي لأحد الصبغيين X في الأنثى (كلما كانت نسبة الصبغي X المعطل الحامل لجين العامل الثامن السليمة أكبر؛ زادت حدة الأعراض الظاهرة). تُقدَّر نسبة الحدوث بـ ١ لكل ٥٠٠٠ ذكر حي مولود، وتكون نحو ٦٠٪ من الحالات شديدة. ونسبة الحدوث متساوية في المجموعات الإثنية والعرقية.

التشخيص:

يستند تشخيص الناعور A إلى تحديد الأعراض المميزة؛ وإلى دراسة التاريخ المفصل للمريض والتقييم السريري

الدقيق؛ وإلى تحديد مستوى العامل الثامن وقياس فعاليتها الوظيفية، واختبار زمن البروترومبين وزمن النزف ومستويات الفيبرينوجين واختبار زمن الثرمبوبلاستين الجزئي. وحين تأكيد التشخيص يمكن إجراء فحص جيني لتحديد الطفرة في جين العامل الثامن، وهي مهمة؛ إذ تحدث في بعض الأشخاص بعض الأضداد المعدلة للعامل الثامن بعد المعالجة.

المعالجة والتدبير:

لا يشفى هذا المرض شفاءً كاملاً، ولكن المعالجة المتوفرة فعالة، وتتمثل بإعطاء العامل الثامن البشري السوي (المصنع بطرائق الهندسة الجينية) للشخص المريض وريدياً لمنع ظهور الأعراض أو التخفيف منها. وهناك بعض المراكز تقدم العامل الثامن المفصول عن بلازما الدم للمتبرعين بالدم الطبيعيين، ولكن هناك خوف من انتقال بعض الأمراض الفيروسية مثل التهاب الكبد مع ما يتوفر الآن من طرائق تحرُّ دقيقة ونوعية تقلل خطر وجود العوامل الفيروسية في دم المتبرع.

الإنذار:

يعيش معظم الأشخاص المعالجين بتعويض العامل الثامن حياة عادية، وقد تظهر بعض المضاعفات مثل: مشاكل مفصلية طويلة الأمد ربما تستدعي استبدال المفصل، نزف في الدماغ، خثرات دموية نتيجة المعالجة. وقد تحسن الوقاية والمعالجة الدوائية المبكرة الإنذار في الأشخاص المصابين بالحالات الشديدة للناعور A.

٥- خلل تنسج الأديم الظاهر ناقص التعرق Hypohidrotic Ectodermal Dysplasia:

يسمى أيضاً متلازمة كريست-سيمنز-توراين Christ - Touraine - Siemens، وهو اضطراب متعدد الأجهزة موروث ينتمي إلى مجموعة أمراض تُعرف بأمراض خلل تنسج الأديم الظاهر Ectodermal dysplasias. ويؤدي حدوث المرض قبل الولادة إلى تشوه بنى الأديم الظاهر مثل الجلد والشعر والأسنان والغدد العرقية. وله ثلاثة أشكال:

أ- خلل تنسج الأديم الظاهر ناقص التعرق Hypohidrotic Ectodermal Dysplasia (HED)

(متلازمة كريست - سيمنز - توراين) الذي يتبع نمط الوراثة المتنحية المرتبطة بالصبغي X، واختصاره (XLHED).

ب- خلل تنسج الأديم الظاهر ناقص التعرق Hypohidrotic Ectodermal Dysplasia (HED) الذي يتبع نمط الوراثة الجسدية المتنحية، واختصاره (ARHED).

المصاب لنويات ارتفاع حرارة مع تأخر نمو الأسنان وشذوذات في الشعر. ويمكن التأكد من نقص الغدد العرقية أو غيابها بواسطة خزعات جلدية أو بوسائط غير باضعة مثل المجهر المبادئ microscope focussing أو طبقات الغرافيت للقدم أو اليد، كما يمكن تقييم وظيفة الغدد العرقية بتحريض إنتاج العرق بواسطة البيلوكاربيين pilocarpine. ويؤكد التشخيص بإجراء اختبار جزيئي لتحري الطفرات في جين EDA.

المعالجة والتدبير:

تكون المعالجة غالباً موجهة للأعراض الظاهرة عند كل مريض. ولا بد من أن يشرف على المعالجة فريق طبي متعدد التخصصات.

يجب عدم التعرض للحرارة المرتفعة ومراقبة درجة حرارة الولدان الذين يحتاجون إلى حاضنة مراقبة مستمرة، أما الأطفال الأكبر سناً؛ فيجب اتخاذ تدابير تبريد جسمية تتمثل بتكرار شرب السوائل معتدلة البرودة وترطيب الملابس ولبس بزات أو قبعات تبريد خاصة.

الإنذار:

قد يؤدي فرط الحرارة حين عدم تشخيص المرض باكراً منذ مرحلة الطفولة إلى ضرر في الدماغ وفي النهاية إلى الموت. توقع الحياة لدى معظم المرضى الطبيعي؛ إذا شُخص المرض باكراً، وقُدِّمت المعالجة والتدابير اللازمة.

٦- متلازمة ليش- نيهان Lesch-Nyhan syndrome:

هي اضطراب موروث نادر يؤثر في استقلال البورينات purines (الأدينين والغوانين) بسبب غياب نشاط إنزيم ناقل الفوسفوريبوزيل هيبوكزانثين غوانين HypoXanthine-guanine phosphoribosyltransferase (HPRT)؛ ولذلك يسمى المرض أحياناً عوز HPRT. ففي غياب هذا الإنزيم لا يمكن بناء النوكليوتيدات البورينية. ويكون مستوى حمض البول مرتفعاً على نحو غير طبيعي في المصابين، وتتراكم بلورات البول (أملاح حمض البول) في المفاصل والكلية.

السبب:

تحدث هذه المتلازمة بسبب وجود طفرات في جين HPRT1 المتوضع على الصبغي الجنسي X والمسؤول عن اصطناع إنزيم HPRT. وتتبع نمط الوراثة المتنحية المرتبطة بالصبغي الجنسي X؛ لذلك يصاب بها الذكور.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تظهر الأعراض منذ الأشهر الستة الأولى من العمر، وتبدأ بتشكيل بلورات البول على نحو مبكر بسبب زيادة حمض البول في الدم؛ مما يؤدي إلى ترسبات بترتقالية في براز

ج- خلل تنسج الأديم الظاهر ناقص التعرق Hypohidrotic Ectodermal Dysplasia (HED) الذي يتبع نمط الوراثة الجسدية السائدة، واختصاره (ADHED).

السبب:

يحدث خلل تنسج الأديم الظاهر ناقص التعرق (HED) (متلازمة كريست - سيمنز - تورايين) أو XLHED بسبب طفرة في جين Ectodysplasin-A (EDA) الذي يرمز بروتيناً ضرورياً للتطور في المرحلة الجنينية. ويتوضع جين EDA على الصبغي الجنسي X؛ وبذلك يكون المرض مرتبطاً بالصبغي X، وهو لذلك يصيب الذكور، وقد تبدو في الإناث حاملات Carriers الجين الطافر بعض أعراض المرض.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

يتميز HED بثلاث علامات، هي: نقص شعر الرأس والجسم وتوزعه على نحو شاذ Hypotrichosis/atrichosis، أسنان غير طبيعية (مخروطية الشكل) أو مفقودة Anodontia/hypodontia، قلة التعرق أو غيابه بسبب غياب الغدد العرقية أو نقص وظيفتها anhidrosis/hypohidrosis مما يؤدي إلى عدم تحمل الحرارة، وقد يسبب نوبات ارتفاع حرارة متكررة مهددة للحياة.

يكون الجلد في المصابين رقيقاً وجافاً وأكزيماًياً. ويعاني معظم المرضى مشاكل جفاف العين (مثل التهاب الملتحمة، والتهاب الجفن)، ومشاكل جفاف الأنف والبلعوم، وأعراضاً شبيهة بالربو. يرتبط مرض HED بملامح وجهية مميزة موحدة في المرضى المصابين تتمثل بجبهة بارزة وحاجبين وأهداب ناعمة ومتفرقة الشعر، وفرط تصبغ المنطقة المحيطة بالحجاج، وشفاة غليظة غير طبيعية، و/أو ذقن كبير. وغالباً ما يكون تصبغ الشعر فاتحاً أو غائباً.

الحدوث:

يحدث XLHED في الذكور؛ لأنه مرتبط بالصبغي X، أما النساء الحاملات طفرة في جين EDA؛ فقد لا تظهر فيهن أي أعراض، أو تظهر أعراض معتدلة تتضمن قلة الأسنان oligodontia، وقواطع مخروطية، ونقص الشعر، ونقص التعرق. أما النمط ARHED والنمط ADHED فيصيبان الذكور والإناث بنسبة متساوية.

يُعد النمط XLHED أو متلازمة كريست - سيمنز - تورايين الأكثر شيوعاً بين أنماط HED (يؤلف ٨٠٪ من حالات HED)، ونسبة حدوثه ٥٠,٠٠٠/١ إلى ١٠٠,٠٠٠ ولادة.

التشخيص:

يُشخص غالباً في مرحلة مبكرة، وذلك بعد تعرض الطفل

الرضيع المصاب (حالة تسمى الرمل البرتقالي Orange sand). وهذه أولى تظاهرات الإصابة بهذه المتلازمة، ولكنها لا تشخص بأكراً.

وقد تظهر فيما بعد حصى البولات في كلى الأطفال المصابين؛ مما يؤدي إلى بيلة دموية مؤهبة لحدوث اخماج في القنوات البولية. وتتراكم أيضاً بلورات البولات في المفاصل محدثة آلاماً وانتفاخاً فيها (وذلك غالباً في مرحلة المراهقة أو بعد البلوغ في الأشخاص غير المعالجين) كما في مرض النقرس في البالغين.

تتجمع بولات الصوديوم في النسيج الغضروفية في المفاصل والأذنين في بعض الأطفال المصابين. وتظهر في الأذنين بشكل انتفاخات ظاهرة تسمى التوفات tophi؛ وهو ما يعرف بالنقرس gout (الشكل ١).

تبدأ الأعراض العصبية المرتبطة بهذه المتلازمة قبل سن ١٢ شهراً، وتتضمن حركات التواء لا إرادية في الذراعين والساقين (خلل التوتر dystonia) وحركات متكررة رقصية chorea مثل انثناء الأصابع، ورفع الكتفين وخفضهما، و/أو تقطيب الوجه. وقد تكون العضلات في الأساس لينة ورخوة (فاقدة للتوتر hypotonia)؛ لذلك فإن معظم الرضع المصابين يتأخرون في الوصول إلى مراحل التطور من حياتهم مثل الزحف والجلوس والمشي (تأخر التطور). ولكن في وقت لاحق يزيد توتر العضلات hypertonia زيادة غير طبيعية تتطور إلى تصلب عضلات muscle rigidity أو شجاج spasticity. وتشتد منعكسات الأوتار العميقة (فرط المنعكسات hyperreflexia). وقد يحدث تخلف عقلي معتدل، وصعوبة إطلاق الكلام المفهوم (رُكة dysarthria).

والميزة الواضحة لهذه المتلازمة - والتي تلاحظ في ٨٥٪ من الحالات - هي أذى الذات self-mutilation الذي يبدأ بين سن ٢-٣ سنوات، ويتظاهر بتكرار عض الشفاه والأصابع، و/أو اليدين، وضرب الرأس بالأشياء الصلبة. ولا يعني هذا أن

هؤلاء المصابين غير حساسين للألم. ومن السلوكيات الشاذة الأخرى العدوانية والتقيؤ والبصاق والهياج والصراخ. ومن الأعراض كذلك صعوبة البلع dysphagia وصعوبة الأكل، والتقيؤ شائع في الأطفال ناقصي الوزن مقارنة بسنهم. وقد يظهر لدى بعض الأطفال فقر دم من النمط الضخم الأرومات megaloblastic anemia.

لا تظهر في النساء حاملات الجين الطافر أعراض هذا المرض، ولكن قد تظهر في مراحل لاحقة من الحياة مظاهر النقرس بسبب وجود مستويات زائدة من حمض البول في الدم من دون علاج.

الحلوث:

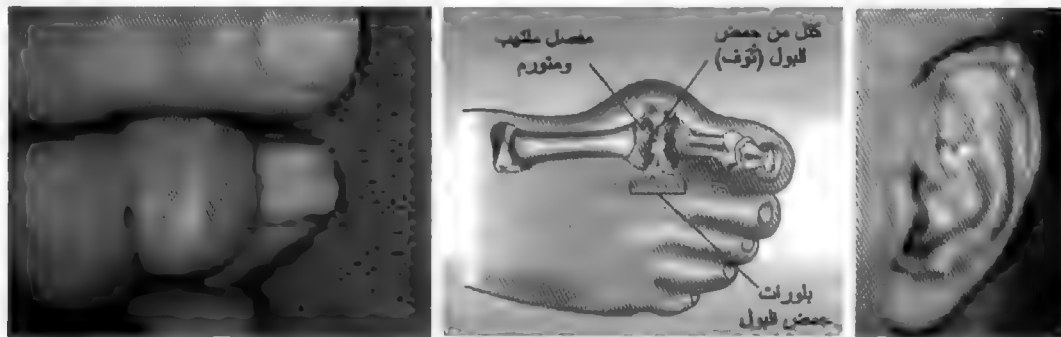
متلازمة ليش-نيهان مرض وراثي نادر يصيب الذكور؛ لأنه صفة متنحية مرتبطة بالصبغي الجنسي X. ويُقدَّر معدل حدوث هذه المتلازمة بـ ١/٣٨٠,٠٠٠ ولادة في الولايات المتحدة.

التشخيص:

يوضع التشخيص بالتقييم السريري الشامل وتاريخ المريض المفصل واختبارات الدم المتخصصة. يكون لدى الأطفال المصابين بهذا المرض مستويات عالية جداً وغير طبيعية من حمض البول في الدم. ويؤكد التشخيص بغياب فعالية إنزيم HPRT في خلايا أي نسيج في الجسم. وتحدد الاختبارات الجينية الجزئية الطفرة المسببة للمرض في الجين HPRT1. كما يمكن إجراء التشخيص الجزيئي قبل التعشيش، والتشخيص قبل الولادة؛ إذا ما تم حُدَّت الطفرة في الجين HPRT1 في أحد أفراد العائلة. ويجرى التشخيص قبل الولادة بتحليل الإنزيمات.

المعالجة والتدبير:

المعالجة أعراضية تتطلب فريقاً طبياً متخصصاً يضم طبيب أطفال وطبيب مفاصل وطبيب معالجة فيزيائية وتخصصات أخرى. يستخدم دواء allopurinol لضبط



الشكل (١): يظهر تشكل التوفات tophi في الأذن ومفاصل اليدين والقدمين في مرضى مصابين بمتلازمة عوز إنزيم HPRT.

الجهاز العصبي: يرى منذ الولادة نقص توتر خطر في العضلات وغالباً مع غياب المنعكسات الوترية العميقة: الأمر الذي يُضعف عملية المص عند الرضيع، ويسبب مشاكل تنفسية خطيرة في الفترة الأولى من الحياة. التطور الحركي متأخر، وتظهر المشية المستقلة بعد السنة الثالثة من العمر. ويظهر في ١٠٪ من الحالات تخلف عقلي خفيف. وفي ٨٧٪ من المصابين اضطرابات سلوكية بشكل عدوانية للذات ولغيرهم وهيجية وثورات غضب. والسلوك الوسواسي القهري نمطي في كل المرضى.

الكلية: تتمثل أمراض الكلية المرافقة لهذه المتلازمة على نحو رئيس بمتلازمة فانكوني الكلوية. تظهر الأعراض الكلوية الأولى في الأشهر الأولى للحياة، وتتضمن ضياع البيكربونات الكلوية والماء والأملاح؛ مما يؤدي إلى فشل في النمو. ويعاني العديد من المصابين فشلاً كلوياً مزماً ينتهي بفشل نهائي، ويحتاج المريض إلى غسل الكلى.

الحدوث:

متلازمة LS نادرة الحدوث وغير شائعة، ويُقدَّر انتشارها في عموم السكان بـ ١/٥٠٠,٠٠٠ في الولايات المتحدة.

التشخيص:

من الضروري تقييم العين والجهاز العصبي المركزي والكلية لتشخيص متلازمة لوي LS، ومن المهم كذلك قياس فعالية الإنزيم inositol polyphosphate 5-phosphatase في خلايا الأرومة الليفية fibroblasts، وتتوفر اختبارات جينية لطفرات الجين OCRL1 تحدد بدقة أكثر من ٩٥٪ من الذكور المصابين؛ واختبار جيني للإناث الحاملات للجين الطافر.

المعالجة والتدبير:

تجري المعالجة بحسب الأعراض الظاهرة؛ إذ يجب إزالة الساد لتجنب الغَمَش amblyopia (سوء رؤية ولادي ناجم عن سوء تطور العين)، والاستخدام المبكر للنظارات الشمسية أو العدسات اللاصقة يحسن وظيفة الرؤية؛ مما ينعكس على المهارات الاجتماعية النفسية. ويجب قياس توتر العين على نحو متكرر لتشخيص الزرق glaucoma باكراً ومعالجته.

يُعالج الخلل الكلوي من نمط فانكوني فموياً بإعطاء أملاح بيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم أو أملاح سترات الصوديوم والبوتاسيوم والتي يجب ضبط جرعتها بحسب كل فرد على حدة.

الإنذار:

يُقدَّر العمر الأطول الذي يمكن أن يصل إليه مريض LS بنحو ٥٤ عاماً. وأكثر الأسباب شيوعاً للوفاة هي: أمراض

المستويات العالية من حمض البول في الدم، ولكن هذه المعالجة ليس لها أي تأثير في الأعراض العصبية والسلوك غير الطبيعي الملاحظ في هذا المرض. وحين وجود حصى الأوراث (البولات) في الكلية لا بد من تفتيتها.

لم يثبت أي عقار فعاليتها في علاج المشاكل العصبية المرتبطة بهذه المتلازمة. وقد يستخدم دواء باكوفين baclofen ودواء البنزوديازيبينات لعلاج التشنج. ولا بد من مراقبة الأطفال المصابين مراقبة شديدة للإقلال من أضرار الإيذاء الجسدي الذاتي.

الإنذار:

تحدث معظم حالات الوفاة في العشرينيات والثلاثينيات من العمر، ويصل عدد قليل إلى الأربعينيات. يحدث الموت بسبب الالتهاب الرئوي ومضاعفات حصى الكلية، وهناك حالات موت مفاجئة مجهولة السبب.

٧- متلازمة لوي (Lowe syndrome):

اضطراب وراثي نادر الحدوث يتميز بحدوث مشاكل في الرؤية تتضمن تكثف عدسة العين يظهر منذ الولادة الساد cataract، ومشاكل كلوية تظهر في السنة الأولى من العمر، وشذوذات في الدماغ ترافق إعاقه ذهنية. تسمى هذه المتلازمة أيضاً المتلازمة العينية الدماغية الكلوية Oculocerebrorenal syndrome (OCRL).

السبب:

متلازمة لوي LS مرض وراثي يتبع الصفة المتنحية المرتبطة بالصبغي الجنسي X. يتوضع جين OCRL1 المسؤول عن هذه المتلازمة على الصبغي X، ويُنتج إنزيم inositol polyphosphate 5-phosphatase الذي يؤثر في عبور البروتينات الخلوية وفي تشكل الأهداب وحركتها في هجرة الخلايا واستقطابها وعملية البلعمة الخلوية. يؤدي حدوث طفرات في جين OCRL1 إلى إنتاج إنزيم ذي فعالية منخفضة أو غائبة؛ وهو ما يسبب ظهور أعراض هذه المتلازمة.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

العين: يظهر ساد كثيف في العينين منذ الولادة في جميع الذكور المصابين؛ إذ إن حدوثه يبدأ في المرحلة الجنينية في الرحم. يظهر الزرق Glaucoma في ٥٠٪ من المرضى مع جسامة المقلة buphthalmos أو من دون ذلك في السنة الأولى من العمر أو أحياناً في وقت متأخر. تنقص حدة الرؤية من كثافة العدسة وأحياناً من خلل في وظيفة الشبكية، ويؤدي ذلك إلى الرأرأة nystagmus.

الجهاز التنفسي ونوبات الصرع والموت المفاجئ وغالباً في أثناء النوم.

السبب البعيد للوفاة غالباً هو اعتلال النبيبات الكلوية الذي يتطور تدريجياً إلى القصور الكلوي.

٨- متلازمة مينكس أو مرض مينكس Menkes syndrome/ Menkes disease

تتميز هذه المتلازمة بتدهور عصبي وشنوذات في الأنسجة الضامة وشعر خشن ومفتول؛ ولذلك تعرف بمتلازمة الشعر المفتول kinky hair syndrome. وهي تنجم عن عوز خلقي في عنصر النحاس؛ وهو عنصر أساسي للنمو والتطور الطبيعيين، ويؤدي غيابيه إلى تثبيط عمل إنزيمات محددة في الجسم. يبدي نحو ٩٠-٩٥٪ من المصابين بمتلازمة Menkes أعراضاً سريرية وخيمة، في حين تكون الأعراض خفيفة في بعض المرضى الذكور. ويسمى النمط المعتدل متلازمة القرن القذالي (OHS) occipital horn syndrome وقد تبين أن متلازمة Menkes ومتلازمة OHS تنجمان عن طفرات مختلفة ضمن الجين نفسه. تسبب الطفرات المسؤولة عن متلازمة OHS على نحو رئيس شنوذات في النسيج الضامة، وتؤثر تأثيراً خفيفاً في التطور الذهني، ولذلك يعيش الأفراد المصابون مدة أطول من قرنائهم المصابين بمتلازمة Menkes النمطية.

السبب:

تنجم متلازمة Menkes عن طفرات في جين ATP7A (يسمى أيضاً MNK) المتوضع في الذراع الطويلة للصبغي X (Xq13.3). يرمز هذا الجين بروتيناً ناقلاً للنحاس. ويكون النحاس ناقصاً في دم المصابين، أما خلاياهم فقادرة على أخذ النحاس؛ ولكنه لا يستطيع مغادرة الخلية؛ ليرتبط بالإنزيمات الأساسية التي تتطلب النحاس؛ لتقوم بعملها الطبيعي. ولذلك يتجمع النحاس في أنسجة الجسم، وتحدث الشذوذات السريرية، تنجم معظم أعراض المتلازمة مثل الشذوذات الهيكلية والشعر الشاذ عن فقد بعض الإنزيمات المحددة. أما أسباب التدهور الدماغي؛ فما تزال غير واضحة.

وتكون الطفرات عند نحو ثلث الذكور تقريباً جديدة، وتحدث في البيضة؛ ولذلك لا يُلَفَى تاريخ عائلي. أما في الثلثين الباقيين؛ فيولدون من أم حاملة للجين الطافر، ولذلك ثمة تاريخ عائلي وأقارب مصابون، وأغلبهم مترابطون عبر الأم. تكون الأمهات الحاملات للجين الطافر سليمات مع اختطار نقل الجين الطافر لأولادهن.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

يظهر الرضع المصابون بمتلازمة Menkes المدرسية (الكلاسيكية) بحالة طبيعية حين الولادة، ويتطورون طبيعياً حتى الأسبوع الثامن أو العاشر من العمر. وحينئذ يبدأ الأطفال المصابون بفقد المراحل التطورية الأساسية التي كانوا قد وصلوا إليها مثل فقد القدرة على التحكم وضبط الرأس وفقد البسمة الاجتماعية. ويفقد توتر العضلات يصبح المصابون متناقلي الحركة، وتبدأ النوبات بالظهور، ويبدأ فشل النمو. وتصبح التغيرات في مظهر الوجه والشعر أكثر وضوحاً؛ وغالباً ما تشخص متلازمة Menkes في هذا الوقت.

يمكن تقسيم أعراض المتلازمة كما يأتي:

أ- المظاهر العصبية:

- تردّي الذهن أو تدهور عقلي وتعويق نتيجة التشوهات الدماغية الوظيفية والبنوية.
- نوبات صرعية.
- عدم قدرة الجسم على تنظيم درجة حرارته؛ مما يؤدي إلى هبوط الحرارة Hypothermia.
- نقص توتر عضلات الجسم ثم فقد التوتر.

ب- مظاهر اعتلال الأنسجة الضامة:

- أوعية دموية متعرجة Tortuous blood vessels.
- شنوذات في شكل العظام تظهر بأشعة X.
- رتوج في المثانة.
- جلد رخو.
- مفاصل رخوة.

ج- مظاهر سريرية أخرى:

- سحنة وجهية غير عادية (ذقن منبسط متدل وممتلئ بالشحم، أذان كبيرة).
- شعر غير طبيعي بما في ذلك شعر الحاجبين والأهداب؛ إذ يكون الشعر قصيراً ومبعثراً وخشناً ومفتولاً يشبه إسفنجة الستانلس الخاصة بتنظيف الأواني، ويكون هشاً سهل التكسير.
- لون الشعر والجلد فاتح أو ناقص التصبغ Hypopigmentation.
- اضطراب رؤية.

الحدوث:

متلازمة Menkes نادرة نسبياً، ويُقدَّر انتشارها بـ ١ في ١٠٠,٠٠٠-٢٥٠,٠٠٠ ذكر مولود حياً. ويُقدَّر وقوعها بـ ١٥-٣٥ طفلاً ذكراً سنوياً في الولايات المتحدة الأمريكية.

التشخيص:

يوضع التشخيص السريري في الأطفال حديثي الولادة والرضع استناداً إلى مجموعة الأعراض السريرية، وقد يضل التشخيص ولا سيما حين عدم وجود تاريخ عائلي؛ لأن هذه الأعراض تكون خفيفة وغير مجتمعة بعضها مع بعض. يدعم التشخيص السريري بنتائج التحاليل المخبرية التي تتضمن انخفاض مستوى النحاس ومستوى البروتين الرابط للنحاس في المصل Ceruloplasmin.

يوضع التشخيص النهائي إما بتحاليل كيميائية حيوية نوعية لقياس مستوى تراكم مستويات النحاس في الخلايا؛ وإما بتحري الطفرات في جين MNK الخاصة بهذه المتلازمة. كما يمكن وضع التشخيص قبل الحمل في الأم بطريق الاختبار الجيني لتحري الجين الطافر؛ وذلك حين وجود تاريخ عائلي إيجابي أو مشكوك فيه. وإذا كانت نتيجة الأم إيجابية يمكن إجراء التشخيص قبل الولادة للجنين بتحري الطفرة في خلايا تؤخذ من الزغابات المشيمائية أو السائل السلوي.

المعالجة والتدبير:

المعالجة المبكرة بإعطاء عنصر النحاس بشكل هيسيتيدين النحاس حقناً يومياً، وقد أبدى معظم الأطفال استجابة جيدة حين تكون المعالجة مبكرة. أما المعالجة المتأخرة فأقل تأثيراً؛ ولا سيما بعد بدء الأعراض العصبية.

الإنذار:

إنذار متلازمة Menkes سيئ، ويموت الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة، ومع ذلك فإن الرعاية الطبية الدقيقة وإعطاء النحاس قد يزيدان من فرص البقاء.

٩- متلازمة حثل المادة البيضاء الكظري المرتبط بالصبغي

X-linked adrenoleukodystrophy (X-ALD) X

هي اضطراب في البيروكسيات peroxisomes يؤدي إلى: أ- إزالة الميالين الدماغي cerebral demyelination.

ب- اختلال وظيفة المحاويز العصبية في الحبل الشوكي الذي يؤدي إلى شلل سفلي تشنجي.

ج- قصور الغدة الكظرية.

د- قصور الخصية في بعض الحالات.

السبب:

يحدث مرض ALD-X نتيجة حدوث طفرات في جين ABCD1 المتوضع على الصبغي X في الموقع Xq28 والذي يرمز بروتين ALDP (بروتين متوضع في أغشية البيروكسيات) له شأن في نقل الأحماض الدسمة طويلة السلسلة عبر الغشاء Very long-chain fatty acids (VLCFA). وينجم عن

ذلك تجمع مستويات مرتفعة من VLCFA في بلازما الجسم وأنسجته، وتراكم VLCFA هذا سام لقشرة الكظر والميالين Myelin. تشير البحوث أيضاً إلى أن تراكم VLCFA يثير استجابة التهابية في الدماغ تؤدي إلى تفكك الميالين الذي يؤدي بدوره إلى ظهور أعراض هذه المتلازمة.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

جميع المصابين بمرض X-ALD لا أعراضيين حين الولادة pre-symptomatic at birth.

وتظهر الأعراض في أوقات مختلفة بعد ذلك وفق أنماط ثلاثة:

أ- الشكل الدماغي الطفولي A childhood cerebral form: تظهر في الأطفال المصابين بهذا النمط مشاكل في التعلم والسلوك تبدأ غالباً بين سن ٤-١٠ سنوات، وتسوء الأعراض مع مرور الوقت. وتشمل المشاكل الأخرى السلوك العدواني ومشاكل بصرية وصعوبة بلع وخللاً في وظيفة الغدة الكظرية. يترقى هذا النمط من المتلازمة سريعاً في الغالب، ويؤدي إلى إعاقة في غضون سنين قليلة.

ب- نمط الاعتلال العصبي المياليني الكظري Adrenomyeloneuropathy، تظهر علامات هذا النمط وأعراضه بين مرحلة البلوغ ومتوسط العمر. يبدي الأفراد المصابون به صلابة (تيبس) متروية وضعفاً في الساقين (خزل سفلي paraparesis)، واضطرابات في المجاري البولية والتناسلية. وغالباً ما تظهر تغيرات في السلوك وفي القدرة على التفكير. ويعاني معظم الذكور المصابين بهذا النمط قصوراً قشرة الكظر Adrenocortical insufficiency.

ج- مرض أديسون Addison disease، هو النمط الثاني نفسه؛ ولكن تقتصر الأعراض هنا على قصور قشر الكظر الذي قد يبدأ في أي وقت بين مرحلة الطفولة والبلوغ. وهو أخف أنماط متلازمة X-ALD.

الحدوث:

يقترّب انتشار متلازمة حثل المادة البيضاء الكظري المرتبط بالصبغي X (X-ALD) من ١ لكل ١٧٠٠٠ ولادة (ذكور وإناث) عالمياً من دون فرق بين الأعراق. ويكون معظم المصابين المتضررين من الذكور في حين يكون الإناث حاملات للجين الطافر، وقد تبدو فيهن أعراض خفيفة أو معتدلة.

التشخيص:

يمكن إجراء مسح لطفرات جين ABCD1 قبل التعشيش pre-implantation في بعض البلدان. وتُشخّص الإصابة غالباً في الذكور المصابين بعد الولادة بقياس مستوى الأحماض

الشهر الثاني من العمر؛ وذلك بسبب الحماية التي تقدمها الأضداد الأمومية التي اكتسبها في أثناء المرحلة الجنينية. وبعد الشهرين من العمر تكون الأضداد الأمومية قد تلاشت من الدم، ويبدأ هؤلاء الأطفال بمعاناة التهابات متكررة تتطلب فترة طويلة؛ كي تتحسن، ثم تنكس ثانية حتى مع استعمال المضادات الحيوية. معظم العدوى الجرثومية التي تصيب المرضى هي أخماج رئوية (التهاب رئوي والتهاب القصبات)، أخماج أذنية (التهاب الأذن)، التهاب الملتحمة، أخماج الجيوب (التهاب الجيوب)، قد تحدث أخماج جلدية والتهاب سحايا، التهاب مفاصل خمجي، كما تشيع الجراثيم التي تسبب الإسهال المزمن. قد تؤدي هذه الأخماج المتكررة إلى تخريب العضو المصاب؛ إن لم تعالج على النحو الصحيح. أما التهاب اللوزتين والعقد والأنسجة اللمفية؛ فقليل الحدوث.

تكون الأعراض السريرية أقل شدة في بعض الأشخاص المصابين؛ ولا يصنفون في ناقصي مناعة حتى سن عشر سنوات.

تكون مستويات أضداد IgA, IgG, and IgM منخفضة في الذكور المصابين بـ XLA. وتكون كريات الدم البيض (العدلات) المتخصصة في القضاء على الجراثيم والفيروسات غير فعالة ومعطلة؛ وذلك لأن العدلات تحتاج إلى الأضداد التي تفرزها الخلايا البائية للقيام بتدمير الأجسام الغازية.

يميل مستوى العدلات عند الأطفال المصابين إلى الانخفاض باستمرار، أو يرتفع وينخفض مؤقتاً ودورياً، في حين يُولف مستوى الخلايا اللمفية البائية في هؤلاء الأطفال ١٪ من المستوى الطبيعي الموجود في الأطفال الأصحاء.

الحدوث:

مرض XLA نادر الحدوث، وهو غالباً يصيب الذكور، وتكون الإناث حاملات للجين الطافر. يصيب المرض كل الأعراق بنسبة ١ لكل ٢٠٠,٠٠٠ ولادة حديثة.

التشخيص:

يجب الشك في احتمال الإصابة بـ XLA حين حدوث عدوى متكررة ومتعددة في الأطفال الذين لا يتجاوزون سن الخامسة من العمر. يجري التشخيص المبدي بمعايرة مستوى الأضداد في الدم وقياس عدد الكريات البائية عند الأطفال المصابين بالأخماج المتكررة. ويمكن تأكيد التشخيص باستخدام الاختبارات الجينية المتخصصة في كشف طفرات جين BTK. واختبارات مسح طفرات جين BTK

الدسمة طويلة السلسلة في بلازما الدم، وهذا الاختبار مشخص في الذكور؛ ولكن قد يكون عند الإناث سلبياً كاذباً (أي غير مشخص)، ولا بد من إجراء مسح لطفرات جين ABCD1 لتأكيد التشخيص.

إضافة إلى الأعراض السريرية؛ لا بد من تصوير الدماغ بالرنين المغناطيسي MRI على نحو متكرر لمراقبة الأضرار البنيوية اللاحقة بالدماغ وتقييمها.

المعالجة والتدبير:

لا معالجة شافية للمصابين بهذه المتلازمة، ومع ذلك فإن التشخيص الباكر ضروري للتخفيف من أعراض المرض وتقليل الضرر العصبي ما أمكن. وتختلف المعالجة المقدمة بحسب كل نمط من أنماط متلازمة X-ALD، ولا بد من المتابعة من قبل فريق طبي متخصص.

الإنذار:

يختلف الإنذار بحسب كل نمط والأعراض الظاهرة وبحسب الرعاية الصحية المقدمة. يعيش الذكور المصابون بالنمط الأول بضع سنوات بعد بدء ظهور الأعراض. وغالباً ما يحدث الموت باكراً في النمط الثاني؛ وذلك بحسب شدة الأعراض. يُعد النمط الثالث (Addison disease) أخف أنماط متلازمة X-ALD، وقد يصل الأشخاص فيه إلى عمر متقدم؛ إذا عولجوا بالستيروئيدات Steroid.

١٠- فقد غاما غلوبولين الدم المرتبط بالصبغي X

X-linked agammaglobulinemia (XLA)

وتسمى هذه الحالة أحياناً Bruton's agammaglobulinemia، وهي عوز مناعي يصيب الذكور، ويؤدي إلى عدم قدرة الجسم على إنتاج الأضداد اللازمة لحماية الجسم ضد الجراثيم والفيروسات بسبب نقص تطور الخلايا البائية المنتجة للأضداد في الجسم أو غيابها.

السبب:

ينتج XLA بسبب طفرات تصيب جين BTK المتوضع على الصبغي الجنسي X في الموقع Xq21.33-q22. يرمز جين BTK بروتيناً أساسياً في تطور الخلايا البائية ونضجها وصون الأداء الطبيعي للجهاز المناعي يسمى البروتين BTK. تؤدي معظم الطفرات في جين BTK إلى غياب إنتاج البروتين؛ فلا تتطور الخلايا البائية، وتغيب الأضداد المناعية، وفي النهاية لا يستطيع الجسم التصدي للعوامل الممرضة الجرثومية والفيروسية.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

لا يُبدي الأطفال المصابون بـ XLA أعراضاً سريرية حتى

قبل التعشيش pre-implantation متوفرة.

المعالجة والتدبير:

ليس ثمة علاج شافٍ لمرض XLA، ولكن يمكن السيطرة على المرض على نحو جيد بالعلاج المستمر بأضداد الغاما غلوبولين. إما أن يكون إعطاء الأضداد وريدياً (٤٠٠-٦٠٠ ملغ لكل كغ كل ٣ أو ٤ أسابيع)؛ وإما أن يكون الإعطاء تحت الجلد (١٠٠ ملغ لكل كغ كل أسبوع). ويجب أن تبدأ المعالجة باكراً قدر الإمكان.

يجب تجنب إعطاء اللقاحات الفيروسية الحية لهؤلاء المرضى (لقاح شلل الأطفال - لقاح الحصبة - لقاح النكاف - لقاح الحصبة الألمانية).

الإنذار:

يعيش معظم المصابين بـ XLA حياة طبيعية، ويكون متوسط العمر المتوقع في بعض المرضى منخفضاً؛ وذلك نتيجة لمضاعفات الأخماج الوخيمة والضرر الرئوي المزمن. وتُعد التدابير العلاجية المبكرة والامتثال لأخذ المعالجة المقررة عوامل رئيسية تغير إنذار المرض.

١١- السُمَاك المرتبط بالصبغي X-linked ichthyosis X

(XLI):

هو اضطراب جلدي وراثي ينتمي إلى الاضطرابات الجينية الاستقلابية، ويتميز بظهور وسوف جلدية على الجسد.

السبب:

ينتج اضطراب XLI بسبب حدوث طفرات أو خبن في جين الستيروئيد سلفاتاز Steroid Sulfatase (STS) المرمز لإنزيم ستيروئيد سلفاتاز؛ مما يؤدي إلى غيابه أو نقص مستوياته وظهور أعراض المرض. ويتوضع جين STS على الصبغي الجنسي X. ويتبع هذا الاضطراب نمط الصفة المتنحية المرتبطة بالصبغي الجنسي X؛ ولذلك يصيب الذكور فقط، وتكون الإناث حواملات للجين الطافر.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

يكون الذكور المصابون بهذا الاضطراب طبيعيين حين الولادة ولا يظهر عليهم أي عرض، وإنما تظهر الأعراض الجلدية بعد السنة الأولى من العمر. وتُعد الحراشف البنية اللون التي تلتصق بالجلد من بين الأعراض الأولى لهذا المرض. ولا يصيب السُمَاك منطقة الوجه وفروة الرأس وراحتي الكفين وأخمصي القدمين وجوفي المرفقين والركبتين. وتحدث في نحو نصف الذكور المصابين كثافات قرنية تشبه شكل الفاصلة؛ ولكنها لا تعوق الرؤية، وتحسن

الأعراض بوضوح في أشهر الصيف والمناخ الدافئ الرطب. تعاني نسبة قليلة من المصابين عدم نزول الخصية، وقد يكونون لذلك عرضة لأورام خبيثة في الخصية في المستقبل. وقد يحدث في بعض النساء الحواملات للجين الطافر واللاتي يلدن ذكوراً مصابين أن يتأخر تنبه المخاض أو لا يتنبه مطلقاً، ويعود ذلك إلى نقص إنتاج هرمون الاستريول الأمومي في أواخر الحمل.

الحدوث:

يُعدّ XLI ثاني نمطٍ شائع من السُمَاك وهو يصيب الذكور من مختلف الاثنيات أو الأعراق، ويُقدّر انتشاره بـ ١ لكل ٦٠٠٠ ذكر حديث الولادة.

التشخيص:

يعتمد التشخيص على المظاهر السريرية وعلى التاريخ العائلي للذكر المصاب (السُمَاك في أقارب الشخص المصاب، تاريخ عائلي يتضمن تأخر الولادة). يؤكد التشخيص باختبارات كيميائية حيوية (رحلان كهربائي لبروتينات المصل - اختبار فعالية إنزيم STS على خلايا الأرومة الليفية أو الكريات البيض). كما يمكن إجراء اختبار جيني لتحري وجود طفرات في جين STS أو استخدام تقنية التهجين التآلفي في الموضوع Fluorescence in situ hybridization (FISH). وقد يكون التشريح المرضي لخزعات جلدية مفيداً في التشخيص التفريقي مع السُمَاك الشائع Ichthyosis vulgaris.

يشمل التشخيص قبل الولادة قياس مستويات الاستريول الأمومي في المصل كما يمكن إجراء اختبارات جينية لعينات من السائل السلوي أو الزغابات المشيمائية.

المعالجة والتدبير:

يعتمد العلاج على ترطيب البشرة وتليينها بحمامات زيتية ومطريات خاصة تحتوي على مواد حالة للطبقة المتقرنة (البولة - حمض اللاكتيك - حمض الفليكوليك). وقد يستخدم الريتينويد فموياً Retinoids للبالغين المصابين؛ ولا سيما في فصل الشتاء حين يكون السُمَاك بأقصى حدته.

الإنذار:

يُعدّ اضطراب XLI نمطاً حميداً من السُمَاك. ويستمر السُمَاك في XLI مدى الحياة؛ ولكن يتحسن فرط التققرن والتحرشف مع تقدم العمر. والبقيا الطبيعية في الذكور المصابين.

١٢- عمى الألوان المرتبط بالصبغي X-linked color X (blindness)

يسمى هذا المرض أحياناً عوز رؤية الألوان وتحديد عدم

الشرقية، حيث تُقدَّر بإصابة واحدة لكل ١٢ ذكر وإصابة لكل ٢٠٠ أنثى. في حين تكون نسبة الحدوث أقل في الشعوب الأخرى.

التشخيص:

يقوم بالتشخيص طبيب العيون بطرائق متعددة وباستخدام اختبارات بصرية متخصصة. ويمكن التأكد بإجراء مسح جيني لتحري وجود طفرات في الجينات المسؤولة المذكورة أعلاه.

المعالجة والتدبير:

ليس هناك علاج لمرض عمى الألوان؛ ولكن المصاب قد يتأقلم معه بمساعدة الأشخاص المحيطين والأصدقاء على تمييز الألوان واختيارها على نحو صحيح مثل لون الملابس. ومع التطور التكنولوجي أصبح هناك برامج حاسوبية أو على الهاتف النقال تساعد على تمييز الألوان. وتتوفر بعض العدسات الخاصة التي قد توضع على عين واحدة أو على العينين تساعد على زيادة القدرة على تمييز الألوان؛ ولكنها لا تفيد المرضى.

الإنذار:

يستمر عمى الألوان الموروث مدى الحياة، ويستطيع معظم المرضى التأقلم معه من دون صعوبة أو تعويق. مع ذلك يكون هؤلاء المرضى غير قادرين على القيام ببعض الأعمال الاجتماعية؛ ولذلك لا يسمح لهم بالقيام بها مثل الصيانة الكهربائية، والطبخ، والدهان، وتصنيع الأقمشة والملابس وتصميمها، وقيادة القطارات وكل الأعمال التي تتطلب التعامل مع الألوان.

القدرة على تمييز اللونين الأخضر والأحمر؛ ولذلك يسمى أيضاً عمى اللونين الأحمر والأخضر. وحدة الإبصار طبيعية في المريض.

السبب:

توضع جين OPN1LW وجين OPN1MW على الصبغي الجنسي X، وهما مسؤولان عن اصطناع صبغ الأوبسين في المخاريط الحساسة للون الأخضر والمخاريط الحساسة للون الأحمر.

يؤدي حدوث طفرات في الجينين إلى غياب المخاريط L أو المخاريط M، أو يؤدي إلى إنتاج صبغ أوبسين غير طبيعي يؤثر في مخاريط اللونين الأحمر والأخضر.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تختلف الأعراض من شخص إلى آخر، ولكنها تشمل: مشكلة رؤية الألوان وسطوعها بالطريقة المعتادة، عدم القدرة على معرفة الفرق بين ظلال اللون نفسه أو الألوان المماثلة. قد تكون الأعراض خفيفة في كثير من الأحيان، حتى إن بعض الذكور المصابين لا يعرفون أن لديهم عمى ألوان. قد يلاحظ أحد الوالدين علامات عمى الألوان حين يتعلم الطفل الألوان، وقد تظهر رآة وأعراض أخرى في الحالات الشديدة. يبقى عمى الألوان الموروث كما هو طوال حياة الشخص، فلا يتحسن، ولا يسوء.

الحدوث:

يُعدّ عمى اللونين الأحمر والأخضر المرتبطين بالصبغي الجنسي X أكثر أنماط عمى الألوان شيوعاً، وهو يصيب الذكور أكثر من الإناث (اللائي يكن حاملات الجين الطافر). وأكثر من يصاب به الأشخاص المتحدرون من أصول أوربا

الأمراض الوراثية السائدة المرتبطة بالصبغي X

سامر الزعبي

البلوغ. وغالباً ما تكون الأعراض في الذكور أكثر حدة مما في الإناث.

الحلوث:

تحدث متلازمة FXS عالمياً بنسبة ١/٤٠٠٠ في الذكور و ١/٨٠٠٠ في الإناث؛ أي تصيب الذكور بمعدل ضعف إصابتهما الإناث. ولا تقتصر المتلازمة على إصابة عرق معين.

التشخيص:

لا تكفي الأعراض السريرية وحدها لتشخيص متلازمة FXS؛ لأنها قد تكون معتدلة أو غائبة أحياناً، لذلك لا بد من مسح جيني يتقصى وجود طفرات في جين FMR1 لكل المرضى المصابين بإعاقة فكرية أو توحد. ويمكن التشخيص قبل التعشيش، والتشخيص قبل الولادة في الجنين حين وجود تاريخ عائلي بتحري الطفرة في خلايا تؤخذ من الزغابات المشيمائية أو السائل الأمنيوسي.

المعالجة والتدبير:

ليس ثمة علاج شافٍ لمتلازمة FXS، وهناك علاجات تساعد على تقليل الأعراض وتلطيفها، ومنها أدوية مهدئة عصبية ومحسنة للنقل العصبي. حين يحصل الأفراد المصابون على التعليم المناسب وخدمات العلاج والأدوية يصبح لديهم فرصة أفضل لاستخدام جميع قدراتهم ومهاراتهم الفردية؛ حتى أولئك الذين يعانون من الإعاقة الفكرية أو التطورية يمكن أن يتعلموا إتقان العديد من المهارات (المساعدة الذاتية). والتدخل المبكر مهم جداً ولا سيما في فترة تطور دماغ الطفل الصغير؛ إذ يقدم التدخل المبكر للأطفال أفضل بداية ممكنة وأكبر فرصة لتطوير مجموعة كاملة من المهارات والتعلم.

الإنذار:

متلازمة FXS حالة يعانيها الفرد مدى الحياة، وهي تؤثر في جميع مناحي الحياة بما في ذلك التعلم والعمل والحياة الاجتماعية. وتشير الإحصائيات إلى أن معظم الفتيان ونحو ٣٠٪ من الفتيات المصابين بـ FXS يعانون إعاقه فكرية كبيرة في مرحلة البلوغ. ومع ذلك تشير الدراسات الإحصائية في أمريكا إلى أن ٤٤٪ من الإناث و ٩٪ من الذكور يصلون إلى مستوى عالٍ من الاستقلالية في سن الكهولة. وقد حصلت غالبية النساء المصابات على شهادة الثانوية العامة على الأقل؛ ونجح نحو نصفهن في شغل وظيفة بدوام كامل. أما الرجال المصابون فيتطلب معظمهم المساعدة على الأنشطة

١- متلازمة الصبغي X الهش Fragile X syndrome (FXS)

مرض وراثي يتميز بعجز فكري معتدل أو شديد ترافقه اضطرابات سلوكية وملامح جسدية مميزة.

السبب:

تحدث متلازمة FXS بسبب إسكات أو إيقاف تعبير جين FMR1 المتوضع في الموقع Xq27.3. وينجم هذا الإسكات عن التمدد المستمر والمُثَبِّلة methylation اللاحقة لمكررة ثلاثية النكليوتيد (CGG) في المنطقة التي لا تترجم من النهاية ٥' لجين FMR1. يرمز جين FMR1 البروتين FMRP الذي يقوم بتنظيم إنتاج بروتينات أخرى؛ وله شأن في تطور المشابك synapses العصبية التي تنقل السيالة العصبية بين العصبونات. يراوح عدد المكررة في الفرد الطبيعي بين ٥-٤٠ مرة، أما في الأشخاص المصابين بـ FXS فيتجاوز الـ ٢٠٠ مكررة. ويلي هذا الازدياد مثيلة السيتوزين C، ومن ثم يتوقف تعبير أو انتساخ جين FMR1، فلا ينتج البروتين FMRP المهم في وظيفة الجهاز العصبي.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

يعاني الأطفال المصابون تأخر الكلام واللغة حتى سنتين، ولدى معظم الذكور المصابين بمتلازمة FXS إعاقة ذهنية خفيفة إلى معتدلة؛ في حين يعاني ثلث الإناث المصابات تخلفاً عقلياً.

يكون لدى الأطفال المصابين قلق وسلوك مضطرب النشاط يتجلى بالتململ وعدم الهدوء والقيام بأفعال اندفاعية ولا سيما الذكور، ويبدو الخجل في الإناث. ومن الاضطرابات كذلك نقص الانتباه الذي يتضمن ضعف القدرة على الحفاظ على الاهتمام وصعوبة التركيز على مهام محددة. يبدي نحو ثلث المصابين بهذه المتلازمة طيفاً من اضطرابات الذاتوية (التوحد) التي تؤثر في التواصل والتفاعل الاجتماعي، وتحدث نوبات في نحو ١٥٪ من الذكور المصابين ونحو ٥٪ من الإناث المصابات.

يتميز معظم الذكور ونحو نصف الإناث المصابات بسمات جسدية مميزة تصبح أكثر وضوحاً مع التقدم في السن، وتشمل هذه المميزات وجوهاً طويلة وضيقة وأذاناً كبيرة وفكاً وجبيناً بارزين وأصابع مرنة على نحو غير عادي وقدماً مسطحة. وتبدو في الذكور ضخامة الخصيتين بعد سن

٣) المرحلة الثالثة:

تظهر المرحلة الثالثة بين عمر ٦-١٢ شهراً. ويصبح الجلد أذكّن على نحو كبير (فرط تصبغ Hyperpigmentation)، ثم يميل التصبغ الأذكّن ليصبح فاتحاً ويتلاشى مع مرور الوقت.

٤) المرحلة الرابعة:

تُعرف المرحلة الرابعة بالمرحلة الضمورية Atrophic stage. وتظهر التندبات على نحو واضح في اليافعين والبالغين على شكل لطفات أو رقع عديمة الشعر شاحبة اللون، وحين وصول الأشخاص المصابين إلى نهاية مرحلة البلوغ تكون التغيرات الجلدية قد تلاشت ولا تبدو ظاهرةً لعين مراقب عادي.

• الأسنان:

تحدث تشوهات سنية تشمل: تأخر بزوغ الأسنان الأولية، وجود حواف سنية غير طبيعية تصبح الأسنان فيها بشكل وتدي أو مخروطي، انعدام الأسنان أحياناً (انعدام الأسنان anodontia)، أو تكون صغيرة (صغر الأسنان microdontia).

• الأظفار:

يكون لبعض المصابين أظفار متكسرة الحواف عليها وهداث. وقد تغيب الأظفار في اليدين أو القدمين.

• الشعر:

تري في ٥٠٪ من المصابين بقع صلع غير طبيعية في فروة الرأس (خاصة alopecia)، وهي تحدث بعد الندبات الناتجة من آفات المرحلتين الجلديتين الأولى والثانية، ويكون الشعر عموماً خشناً؛ و/أو غير براق.

• العينان:

يشكو ثلث المصابين اضطرابات عينية. والشذوذ الأكثر والأقل حدوثاً هو العين الصغيرة والمشوهة، كما قد يكون هناك شذوذ في نمو الأوعية الدموية في الشبكية، يؤدي إن لم يكشف باكراً. ويعالج إلى انفصال الشبكية ومن ثم اعتلال رؤية دائم أو عمى كلي.

• الجهاز العصبي:

تحدث أحياناً في المصابين مضاعفات عصبية وخيمة من أخطرها السكتات stroke الوليدية. ويعاني بعض الأفراد نوبات صرعية؛ أو تطوراً حركياً بطيئاً أو إعاقة ذهنية.

الحدوث:

متلازمة IP نادرة الحدوث، ويُذكر في الأدب الطبي إصابة ما يقرب من ١٢٠٠ فرد. ومعظم المصابين من الإناث مع وجود حالات إصابة قليلة في الذكور (وحيث تحدث في الذكور تكون مميتة). وتقدر نسبة الحدوث في الولادات بـ ١/١٤٣٠٠٠. ونسبة إصابة الإناث إلى إصابة الذكور هي ٢٠ إلى ١.

اليومية، وقد حقق عدد قليل من الرجال النجاح في الحصول على الشهادة الثانوية؛ أو نجحوا في إيجاد عمل بدوام كامل.

٢- سلسُ الصباغ (Incontinentia Pigmenti (IP)

اضطراب وراثي من الجلادات الوراثية genodermatoses، ويوصف أيضاً بأنه خلل في تنسج الأديم الظاهر ectodermal dysplasia، يؤثر في أجهزة عديدة في الجسم؛ إضافة إلى الجلد.

السبب:

تنتج متلازمة IP عن طفرات تصيب جين IKBKG المتوضع في الشريط Xq28 من الصبغي X. يغلب أن تكون الطفرة من نمط الخبن في الإكسونات ٤-١٠، وهي الحالة المسؤولة عن ٨٠٪ من حالات IP. يرمز الجين IKBKG بروتيناً يساعد على تنظيم بروتينات أخرى مثل بروتين IKK الذي يعمل على تفعيل عامل الانتساخ NF-kappa B (NF-kB) الخاص في تفعيل سبل مناعية والتهابية عديدة ويحمي من الاستماتة apoptosis. في تطفّر الجين IKBKG تفقد فعالية البروتين IKK؛ ومن ثم تفقد فعالية عامل الانتساخ NF-kB وتصبح خلايا الجسم عرضة للاستماتة الخلوية المبرمجة.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تظهر أعراض جهازية متعددة أهمها:

• الجلد:

تعدّ التغيرات الجلدية أكثر السمات المميزة، وهي مشتركة في كل المصابين بمتلازمة IP. تتطور التغيرات الجلدية في (٤) مراحل، وتظهر الآفات في جميع هذه المراحل بشكل خطوط على الذراعين والساقين أو خطوط ملتفة بشكل حلزوني على جذع الجسم، كما قد تكون على الوجه وفروة الرأس.

١) المرحلة الأولى:

تبدو هذه المرحلة باكراً منذ الولادة أو في مرحلة الرضاعة. وتتظاهر باحمرار أو التهاب في الجلد (حمامى erythema)، أو نفطات blisters أو بثور pustule أو دمامل boils، غالباً ما تصيب الأطراف وفروة الرأس. وتستمر هذه الأعراض أسابيع قليلة أو أشهراً، وقد تتلاشى وتعود مراراً مدة تزيد على السنة.

٢) المرحلة الثانية:

تتطور البثور خلال هذا الطور إلى مظهر مرتفع عن الجلد شبيه بالتؤلؤل، وتتحوّل الآفات الأخرى أيضاً لتشبه التآليل، كما قد تبدو في هذه المرحلة قشور سمكة مع مناطق سليمة. تصاب الأطراف حصرياً في هذه المرحلة، وقد تستمر إصابة الأطراف شهوراً؛ ولكن نادراً ما تتجاوز السنة.

التشخيص:

يعتمد التشخيص على التقييم السريري؛ وعلى التاريخ العائلي والمرضي للشخص المصاب. الفحوص الجينية لتحري وجود طفرات في جين IKBKG متوفرة. كما يمكن إجراء تحاليل تشريح مرضي لعينات جلدية حين عدم توفر الفحص الجيني أو حين تكون نتيجتها سلبية. ولابد من إجراء فحص عيني دوري لحديثي الولادة المصابين بمتلازمة IP لمعالجة المشاكل العينية باكراً والحد من تطورها.

المعالجة والتدبير:

تختفي الشذوذات الجلدية المصاحبة لمتلازمة IP عند البلوغ من دون أي معالجة. ويعالج شذوذ توعية الشبكية بالتخثير الضوئي بالليزر أو بالمعالجة القارية cryotherapy؛ وذلك لمنع انفصال الشبكية، وتعالج المشاكل الأخرى من قبل الاختصاصيين بحسب الحالة.

الإنذار:

يعتمد الإنذار على شدة أعراض الجهاز العصبي والمشاكل العينية. وتكون البقيا والتطور الجسدي والعقلي كلها طبيعية حين عدم وجود شذوذات في الجهاز العصبي المركزي.

٣- متلازمة ريت Rett syndrome

هي اضطراب عصبي مترق يظهر حصرياً في الإناث. وصفه أول مرة الطبيب Andreas Rett عام ١٩٦٦ وسمي لذلك باسمه. تشمل أكثر الأعراض شيوعاً: نقص الكلام، تخلفاً عقلياً، فقداً وخيماً في التنسيق، صغر حجم الرأس، حركات غير طبيعية.

السبب:

تنتج متلازمة ريت عن طفرات تصيب جين MECP2 الذي يرمز بروتيناً ينظم انتساخ جينات أخرى. وتسبب الطفرة إنتاج بروتين غير وظيفي يمنع التطور الطبيعي للخلايا العصبية؛ ويسبب خللاً في وظيفة المشابك العصبية. ويتوضع جين MECP2 على الصبغي الجنسي X في العصابة Xq28.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تختلف أعراض متلازمة ريت وشدها وسيرها على نحو كبير بين مريضة وأخرى. وتظهر الأعراض عادة على مراحل. ومن المهم ملاحظة أن هذه الأعراض لا تظهر جميعها في كل الأفراد المصابين بالمتلازمة.

متلازمة ريت النموذجية:

تتطور الرضع المصابات على نحو طبيعي حتى عمر ٦-١٨ شهراً تقريباً. ومع ذلك فقد لاحظ الباحثون أن الرضع غالباً

ما يكن هادئات جداً، وقدرة المص لديهن ضعيفة والصراخ ضعيف. يتباطأ نمو الرأس في وقت مبكر منذ عمر ٣ أشهر. بعد ذلك- ولا سيما بين عمر السنة والأربع سنوات- يبدأ عند المصابات فقد المهارات السابقة المكتسبة؛ وتحديداً المهارات اللغوية واليدوية، وقد يظهر في المصابات تضائل الاهتمام بالناس وبالأشياء. خلال هذه الفترة الزمنية يحدث فقد القدرة على القيام بحركة هادفة لليد والأصابع، وهنا تظهر علامة مميزة لمتلازمة ريت تضم حركات يدوية نمطية (لف اليد وعصرها، التصفيق، فرك، غسل، أو حركات اليد إلى الفم) ونوبات صراخ، وقد يحدث بكاء لا يُطاق.

وقد تظهر أعراض إضافية بما في ذلك ملامح تشبه التوحد، نوبات هلع، طحن الأسنان أو صريفها (bruxism) حركات طحن أو قضم)، رعاش ولا أدائية apraxia. تتجلى اللاأدائية بعدم القدرة على أداء حركات مكتسبة (مألوفة) عن طريق أمر معين؛ على الرغم من أن الأمر مفهوم وهناك رغبة في أداء الحركة. تشيع النوبات الصرعية، وقد تواجه بعض المصابات مشاكل في التوازن (مشية مترنحة)، كما ذكر حدوث اضطرابات تنفسية تحدث حين تكون الطفلة مستيقظة.

تستقر المشاكل العصبية بعد هذه الفترة من التدهور السريع، مع ذلك يبقى العديد من القضايا بما في ذلك حركات اليد المميزة والنوبات الصرعية وصريف الأسنان وعدم انتظام النفس. وأخيراً بعد ١٠ سنوات من العمر قد يظهر في المصابات اختلال حركي متأخر، وقد تصبح بعضهن غير قادرة على المشي أبداً. وقد تظهر أعراض مشابهة لمرض باركنسون مثل انخفاض تعبير الوجه (نقص إيمائية hypomimia) وصمل rigidity ورعاش tremor.

يحدث فيما يقرب من ٨٥-٩٠% من المصابات فشل النمو وهزال العضلات التي تزداد سوءاً مع التقدم في السن. وخطر حدوث الموت المفاجئ كبير في المصابات بمتلازمة ريت، ويكون نحو ربع الوفيات مفاجئاً وغير متوقع، وقد يرجع ذلك جزئياً إلى شذوذات النظم القلبي.

متلازمة ريت اللانموذجية:

تشير إلى المصابات بحالات أو أعراض شاذة من متلازمة ريت، وتعرف هذه الحالات أيضاً باسم متلازمة ريت غير النمطية، وتشمل هذه الأشكال ما يلي:

● نمط متلازمة ريت المحافظ على الكلام (نمط زابيللا Zappella variant) يشابه أعراض متلازمة ريت النموذجية؛ ولكن مع تحسن بعض المهارات اللغوية والحركية، وقد عثر على طفرات في جين MECP2 في معظم حالات هذا النمط.

المعالجة والتدبير:

على الرغم من عدم وجود علاج شافٍ لمتلازمة ريت؛ هناك علاجات يمكن أن تحسن الأعراض، وينبغي أن تستمر المصابات باستعمال هذه العلاجات طوال حياتهن. أفضل الخيارات المتاحة لعلاج متلازمة ريت ما يلي:

الرعاية الطبية المعيارية والأدوية:

علاج بدني، علاج النطق، علاج وظيفي، التغذية الجيدة، العلاج السلوكي، الخدمات الداعمة.

وهناك أدوية تساعد على علاج بعض المشاكل الحركية لمتلازمة ريت، ويمكن أن يساعد الدواء أيضاً على السيطرة على النوبات العصبية والصرعية.

الإنذار:

قد يعيش العديد من الفتيات المصابات بمتلازمة ريت على الأقل حتى منتصف العمر؛ ولديهن خطر متزايد مهدد للحياة يتعلق باضطراب النظم القلبي. وتتطور الصورة السريرية على مراحل وعلى فترة سنوات عديدة، وغالباً ما يكون الإنذار سيئاً.

٤- الرُخَد المقاوم لفيتامين د vitamin D resistant rickets أو الرُخَد ناقص فوسفات الدم المرتبط بالصبغي X السائد (linked dominant hypophosphatemic rickets-X)

شكل من أشكال الرُخَد يتميز بانخفاض مستويات الفوسفات في الدم ومقاومة العلاج بالأشعة فوق البنفسجية أو بتناول فيتامين (د) مع غياب العلامات الشعاعية والبيولوجية لفرط الدريقات الثانوي.

كثيراً ما يكون نقص الفوسفات الدموي موروثاً، وقد يكون ناجماً عن طفرات في واحد من جينات متعددة. والنمط الأكثر شيوعاً هو الرُخَد ناقص الفوسفات المرتبط بالصبغي X الذي ينتج عن طفرات في جين PHEX المتوضع على الذراع القصيرة للصبغي X، ويتبع هذا النمط الوراثة السائدة المرتبطة بالصبغي X، ومن ثم يصيب هذا المرض الإناث حتى لو كنّ متخالفات الألائل للجين PHEX الطافر.

الأعراض والتظاهرات السريرية:

تختلف علامات نقص فوسفات الدم الوراثي وأعراضه اختلافاً كبيراً، وتتم ملاحظته بدايةً في نحو الشهر الثامن عشر من العمر. ويبدى الأطفال في كثير من الأحيان تشوهات تتظاهر في ساق مقوسة أو ركلة روحاء، و/أو قصر قامة، وغالباً ما تحدث آلام العظام حين يقوم الطفل بأنشطة بدنية. وقد يشكو البالغون الألم المرتبط بأمراض تلين

يكون حجم الرأس غالباً طبيعياً في هذا النمط، وتكون المصابات بدينات وأكثر عدوانية، ولديهن المزيد من ميزات التوحد.

● نمط تراجع الطفولة المتأخر: يتميز بتراجع تدريجي أكبر، وتأخر المهارات الحركية واللغوية مقارنة بما هو موجود في متلازمة ريت النموذجية. ومحيط رأس المصابات بهذا النمط طبيعي.

● نمط يرتبط بحدوث نوبات عصبية صرعية تحدث قبل ٦ أشهر من العمر (نمط هانفيلد Hanefeld variant). وتكون الطفرات في هذا النمط في جين آخر يعرف باسم CDKL5. ● نمط يعرف باسم النمط الخلقي لمتلازمة ريت The congenital variant of Rett syndrome أو (نمط رولاندو Rolando variant). ويتميز هذا النمط بفقد توتر العضلات ويحدث تطور وخيم خلال الأشهر القليلة الأولى من الحياة، وقد تبين أن العديد من المصابات بهذا النمط لديهن طفرات في جين FOXG1.

● نمط الشكل المُسَدَّف forme fruste لمتلازمة ريت. ويتميز هذا النمط بأعراض أكثر اعتدالاً على نحو عام مما يظهر في متلازمة ريت النموذجية. وتتملك المصابات بهذا النمط القدرة على استخدام اليد، وتكون الحركات اليدوية النمطية المميزة لمتلازمة ريت النموذجية أخف.

● في حالات نادرة يكون عند بعض الفتيات المصابات بطفرات في جين MECP2 فقط صعوبات تعلم خفيفة أو ميزات التوحد فقط؛ من دون تراجع مهارات اليد واللغة؛ ومن دون تطور حركات اليد النمطية.

الحدوث:

تحدث متلازمة ريت حصرياً في الفتيات، ومن الصعب تحديد معدل الحدوث الحقيقي لهذا الاضطراب في عموم السكان؛ ولكن يعتقد أن انتشارها ١ لكل ٣٠٠٠٠ في عموم السكان. متلازمة ريت هي ثاني أكثر الأسباب شيوعاً للإعاقة الذهنية الشديدة في الإناث بعد متلازمة داون.

التشخيص:

يعتمد تشخيص متلازمة ريت على تحديد الأعراض المميزة والسلوك والتقييم السريري الشامل، وقد نُشرت مؤخراً مجموعة من المعايير التشخيصية الحديثة التي تساعد على التشخيص الحقيقي لمتلازمة ريت. ويمكن أن يساعد الاختبار الجيني على تأكيد التشخيص في ٨٠٪ من الفتيات المشتبه بإصابتهن، وقد تتنبأ هذه الاختبارات أيضاً بمدى الخطورة أو الإنذار.

المرتبط بالصبغي X أكثر أنواع الرخد الموروث شيوعاً في الولايات المتحدة.

التشخيص:

يوضع التشخيص بناء على الأعراض السريرية والتصوير بأشعة X لتحري التشوهات العظمية في الساق والركبة، ويتحري قياس مستوى فوسفات الدم الذي يكون منخفضاً؛ في حين يكون مستوى الفوسفات في البول مرتفعاً، كما يمكن تحري ارتفاع مستويات إنزيم الفوسفاتاز القلوية alkaline phosphatase، وهو الإنزيم الذي يهدم العظم. ويمكن تأكيد التشخيص بإجراء اختبار جيني لتحري وجود طفرات في جين PHEX.

المعالجة والتدبير:

ليس ثمة علاج شافٍ لهذا المرض. وتتم المعالجة بتقديم دواء داعم من أملاح الفوسفات التي تعزز تعافي العظام، وتقديم طلائع الفيتامين د مثل الكالسيتريول Calcitriol. وهدف استعمال الفيتامين د هو موازنة مستوى الفوسفات والمساعدة على منع المضاعفات الناجمة عن إفراز هرمون جارات الدرق إفرازاً مفرطاً.

يجب مراقبة هذا العلاج المشترك لتجنب تأثيراته الجانبية التي تتضمن تخزين الكالسيوم في الكلى (الكلاس الكلوي nephrocalcinosis)، وارتفاع مستويات الكالسيوم في الدم (فرط كالسيوم الدم hypercalcemia)، وارتفاع مستويات الكالسيوم في البول (فرط كالسيوم البول hypercalciuria).

الإنذار:

الإنذار جيد يتمثل بصحة جيدة ومتوسط عمر مقبول حين تطبيق المعالجة المقترحة. وتظهر تشوهات هيكلية كبيرة حين عدم تطبيق المعالجة ولا سيما في الأطفال.

العظام، ومن الميل إلى الكسور والتهاب المفاصل، أو الألم الذي يعزى إلى تمعدن زائد في الأوتار عند ارتكاز العضلات.

قد يكون الرأس عند الرضع ضيقاً وطويلاً على نحو غير طبيعي (تطاول الرأس dolichocephaly)، وقد تلتحم عظام الجمجمة لديهم التحاماً مبكراً غير طبيعي (تعظم الدروز الباكر craniosynostosis). وقد يبدي الأطفال في بداية مشيهم مشيات شاذة مترنحة بسبب تقوس الساقين غير الطبيعي (الركبة الضحجاء genu varus). وفي بعض المرضى تنحني الركبتان إلى الداخل بحيث تكونان قريبتين جداً إحداهما من الأخرى (الركبة الروحاء Genu valgum). وقد تحدث تشوهات في الورك لميل عظم الفخذ نحو مركز الجسم (ورك فحجاء Coxa vara). وغالباً ما يكون طول الأفراد المصابين أقصر عند البلوغ مما هو متوقع. يحدث في كبار السن المصابين تضيق السيساء Spinal stenosis، كما قد يحدث الجنف scoliosis.

قد يعاني بعض المرضى الألم و/أو تصلب الظهر والوركين والكتفين؛ مما يحد من الحركة والتنقل. يحدث تكلس الأوتار والأربطة في مرحلة متأخرة من البلوغ، وتحدث مهاميز عظمية أو نتوءات عظمية قد تزيد من تقييد التنقل وتسبب الألم.

تظهر مشاكل الأسنان مثل الاضمحلال والخراجات، ويشيع تأخر التسنين. وقد تكثر عيوب المينا ويزداد تواتر التسوس في بعض المرضى.

الحدوث:

تصيب متلازمة الرخد ناقص الفوسفات المرتبط بالصبغي X الذكور والإناث. ولوحظ أن الأعراض تكون أخف عند معظم الإناث المصابات مقارنة بالذكور المصابين. وتقدر نسبة الحدوث بـ ١ لكل ٢٠,٠٠٠. وبعد الرخد ناقص الفوسفات

متلازمة خبن الذراع الطويلة للصبغي Y (فشل الإنطاف)

رامي جرجور

النسخ وتعدد أشكال polymorphisms معظم جينات الخصوبة التي تقع على الصبغي Y يجعل من الصعب تحديد عملها على نحو دقيق.

يندر الخبن الخلالي interstitial deletion أو الطرفي terminal deletion الذي يشمل كامل منطقة AZFa وينتج عادة نمطاً ظاهرياً شديداً يسمى متلازمة خلايا سيرتولي فقط (Sertoli-cell-only syndrome (SCOS)).

كما تندرج الخبونات الخلالية أو الطرفية التي تشمل منطقة AZFb و / أو AZFc، وتؤدي إلى فقد نطاف شديد. وتؤدي الخبونات الخلالية أو الطرفية التي تشمل AZFc إلى أنماط متنوعة من العقم؛ بدءاً من فقد النطاف ومتلازمة خلايا سيرتولي فقط SCOS إلى قلة النطاف الشديدة أو الخفيفة.

الأعراض السريرية

يعيش الكثير من الرجال المصابين بهذه المتلازمة حياة عادية؛ بيد أن عدداً لا بأس به من الرجال يكون لديهم انخفاض في الخصوبة. تؤثر هذه المتلازمة في عملية إنتاج النطاف ومن ثم في حدوث العقم. يكون الرجال المصابون بهذه المتلازمة طبيعيين بالفحص السريري؛ ولكن يبدي بعضهم خصى صغيرة الحجم.

قد يكون بعض المصابين قصيري القامة إذا كان الخبن قريباً من القسم المركزي centromere في المنطقة التي تحوي جينات يفترض أنها تسيطر على النمو growth-controlling gene (GCY).

يتميز العقم الناجم عن متلازمة خبن الذراع الطويلة للصبغي Y بفقد النطاف azoospermia (غياب النطاف)؛ أو بقلة النطاف الشديدة severe oligozoospermia (> 1 مليون نطفة/مل سائل منوي)؛ أو قلة النطاف المعتدلة moderate oligozoospermia (1-5 مليون نطفة/مل سائل منوي)؛ أو قلة النطاف الخفيفة mild oligozoospermia (5-20 مليون نطفة/مل سائل منوي).

التشخيص

تُشخص هذه المتلازمة في ذكور يعانون حالات فقد النطاف أو قلة النطاف و/أو شذوذ أشكال النطاف أو حركتها بعد استبعاد الأسباب الأخرى للعقم.

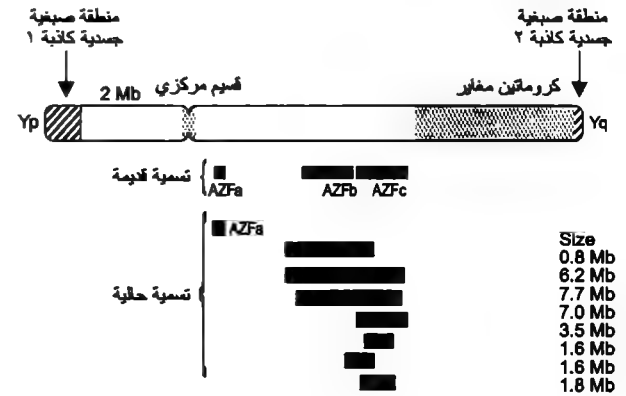
التشخيص التفريقي

يرى العقم في ١٥-٢٠٪ من الأزواج في سن الإنجاب.

تقدر نسبة انتشار هذه المتلازمة بنحو ١/٢٥٠٠ من الذكور. وتؤلف نسبة تراوح بين ٥ و ١٠٪ من حالات فقد النطاف azoospermia أو قلة النطاف الشديدة severe oligozoospermia.

الأسس الوراثية

تحدث المتلازمة بسبب خبن دقيق في موضع locus عامل فقد النطاف (AZF) factor A أو B أو C المتوضعة في الذراع الطويلة من الصبغي Y (Yq11.23). تتداخل مناطق AZFb و AZFc جزئياً (الشكل ١). ويعتقد أن الجينات في هذه المناطق تعطي تعليمات صنع البروتينات المشاركة في تشكل النطاف spermatogenesis، لكن الوظائف الدقيقة لهذه البروتينات ليست مفهومة جيداً. وبعد خبن هذه المنطقة السبب الجيني الأكثر شيوعاً للعقم الذكري الوخيم. وقد وُصف حديثاً عامل فقد النطاف d (AZFd) الذي يتوضع بين عاملي b و c.



الشكل (١) الصبغي Y ومناطق عامل فقد النطاف AZFa و b و c.

كما أوضحت الدراسات أن العقم الذكري ينجم عن خبون و/أو طفرات في واحد أو أكثر لعدد كبير من الجينات (مثل DAZ, RBM, DEFY) الضرورية لتشكيل النطاف.

ترابط النمط الظاهري والنمط الجيني-Genotype-phenotype correlations

يحتوي كل موقع من مواقع عامل فقد النطاف AZF العديد من الجينات التي لها شأن في مراحل مختلفة من تشكل النطاف. ومن المرجح أن يؤدي التحليل المستقبلي لهذه الجينات في الذكور المصابين بالعقم إلى ربط أدق بين النمطين الجيني والظاهري. ومع ذلك فإن الطبيعة المتعددة

اختلالات الصبغة الصبغية aneuploidY (مثلاً 47, XYY)؛ إضافة إلى الخن وتضاعف الصبغي Y. يكمل هذا التحليل الاختبارات الجينية الجزيئية ويؤكدها.

٢- التحليل الخلوي الوراثي Cytogenetic analysis، يرافق العقم غير المفسر في ٥-١٠٪ من الرجال - الذين لديهم فقد نطاف أو قلة نطاف وتشوهات في شكل النطاف أو حركتها - اضطرابات صبغية غالباً ما تكون جنسية gonosomal وأحياناً جسدية autosomal. قد تكون هذه الاضطرابات عديدة كمتلازمة كلاينفلتر أو بنويوية (كالإزفاء المتبادل reciprocal translocation). يمكن للدراسات الوراثية الخلوية المنوالية - بما في ذلك التعصيب G (G-banding) والتهجين في الموقع التآلقي FISH باستخدام مسابير probes نوعية لجينات مرتبطة بالصبغي Y - التي تجرى على الدم المحيطي أن تكشف الاضطرابات البنيوية التالية على الصبغي Y؛ عندما تكون موجودة:

- أ- الخن الطرفي للذراع الطويلة للصبغي Y.
- ب- التبدلات الصبغية الأخرى الأكثر تعقيداً على الصبغي Y والتي تؤدي إلى خن الذراع الطويلة.
- ومع ذلك لا يمكن للتحليل الخلوي الوراثي وحده أن يكشف عن الخن الميكروي microdeletions أو الترفيل الميكروي microduplications في الصبغي Y، أو تحديد ما إذا كان الخن يمتد إلى مناطق عامل فقد النطاف AZF. هناك عدد قليل من الجينات في منطقة AZFa (مثل USP9Y و DX3Y) تتألف من نسخة واحدة، ومن ثم هناك قابلية للكشف عن التبدلات الصغيرة المسببة للأمراض داخل الجين (على سبيل المثال: طفرات مغلطة missense mutation، وهراثية nonsense) باستخدام سلسلة الدنا. إن هذه الأنواع من التبدلات المسببة للأمراض غير قابلة للكشف بواسطة تحليل الخن/ تضاعف، ومن ثم تتطلب أنواعاً أخرى من الاختبارات (سلسلة الدنا على سبيل المثال). ذكرت طفرات في USP9Y (الشكل ١) في حالات نادرة. ومع ذلك فقد عُثر على الحذف التام لجين USP9Y في أفراد خصبين fertile (وإن رافق ذلك انخفاض عدد الحيوانات المنوية)، فيما يحدث ضعف شديد في إنتاج الحيوانات المنوية فقط عندما يتم حذف كلا الجينين USP9Y و DX3Y.
- ٣- خزعة الخصية Testicular biopsy؛ تُظهر الخزعة واحداً مما يلي:

- أ- متلازمة خلايا سيرتولي فقط حيث يرافق فقد النطاف غياب الخلايا المنتشة germ cells أو ندرتها في النُبيبات

ويعتقد أن العقم الذكري يؤلف نحو نصف حالات العقم هذه. لا تكون قلة النطاف شديدة إلى درجة تكفي لتسبب العقم إلا في ١٠٪ من الأزواج الذين يعانون العقم. هناك أسباب عديدة أخرى للعقم عند الذكور غير خن الصبغي Y وغالباً ما تكون مثيرة للجدل. يكون العقم في الذكور مجهول السبب في معظم الحالات. وتتضمن الأسباب الأخرى المحتملة للعقم الحالات التالية:

- ١- انسداد القنوات الدافقة ejaculatory ducts.
- ٢- الأسباب المناعية الناجمة عن أضداد الحيوانات المنوية (وهو سبب مثير للجدل).
- ٣- الأخماج كالتكاف والتهاب البربخ.
- ٤- دوالي الخصية.
- ٥- الرضوض.
- ٦- الاضطرابات الغدية كمتلازمة كالمان Kallmann syndrome.
- ٧- أورام الخصية.
- ٨- التعرض للمواد السامة كالأشعة والمعالجة الكيميائية والتعرض للحرارة.

٩- متلازمة كلاينفلتر 47 XYY Klinefelter's syndrome. الاضطرابات الصبغية المتوازنة: balanced التي يمكن كشفها بواسطة طرائق الوراثة الخلوية في نحو ١٠،٥٪ من الرجال الذين يعانون فقد النطاف غير الانسدادي وقلة النطاف. في هذه الحالة قد يكون هناك أيضاً تاريخ عائلي لحالات الإسقاطات المتعددة و/أو التشوهات المختلفة في النمط الظاهري phenotype.

١١- متلازمة خلايا سيرتولي فقط: هو مصطلح ينطبق على عدم تنسج الغدد التناسلية في الذكور. لها أسباب عديدة منها خن الصبغي Y، التعرض للعلاج الكيميائي السام أو التشعيع، التهاب الخصية النكافي، متلازمة داون Down syndrome، متلازمة كلاينفلتر (47, XYY)، نقص تنسج الغدة الكظرية الخلقي congenital adrenal hyperplasia، نقص الهرمون المنبه للجريب (FSH) المعزول follicle-stimulating hormone (FSH) deficiency isolated، فرط برولاكتين الدم hyperprolactinemia.

الاختبارات المخبرية

وتشمل كلاً مما يلي:

- ١- المصفوفات الدقيقة للصبغيات Chromosomal microarray (CMA): يمكن لاختبارات المصفوفات الدقيقة للصبغيات الكشف عن الاضطرابات الصبغية بما في ذلك

AZFa وAZFb، في حين تكون ناجعة وفعالة في معظم الذكور المصابين بحذف في الموقع AZFc.

ليس ثمة تأثير واضح لاستخراج الحيوانات المنوية بالزرعة في الإخصاب أو معدلات الحمل بوجود حذف الذراع الطويلة من الصبغي Y أو عدم وجوده. لا يختلف خطر حدوث العيوب الخلقية عند الزوجين العقيمين اللذين يحققان الحمل عن طريق تقنيات الإخصاب المساعد على الإنجاب مقارنة بالأزواج السليمين.

الاستشارة الوراثية (فشل الإنطاف)

تورث متلازمة خبن الذراع الطويلة للصبغي Y كصفة مرتبطة بالصبغي الجنسي Y. لما كان الذكور المصابون بمتلازمة خبن الذراع الطويلة للصبغي Y يعانون العقم؛ فإن الخبون غالباً ما تكون جديدة de novo؛ أي لم تكن موجودة أصلاً في والد الرجل المصاب. وعلى الرغم من الضعف الشديد في الإنطاف spermatogenesis فقد أنجب بعض الذكور الذين لديهم خبن في مواقع عامل فقد النطاف AZF من تلقاء أنفسهم أحياناً أبناء يعانون العقم، ويحدث هذا في نحو 4% من الأزواج الذين يعانون قلة النطاف الشديدة إذا كانت الزوجة شابة وذات خصوبة مرتفعة جداً. وحين حدوث الحمل باستخدام الحقن المجهرى فإن الأبناء الذكور يكون لديهم الخبن نفسه كما في الأب، مع ارتفاع خطر العقم لديهم. يجب ملاحظة أن بعض خبون الصبغي Y - بما في ذلك الخبن الأكثر شيوعاً (gr/gr) - لا تسبب بالضرورة العقم، ولكنها ليست سوى عامل اختطار risk factor له. لا يوجد لدى البنات لأب مصاب بمتلازمة خبن الذراع الطويل للصبغي Y أي خطورة لحدوث الاضطرابات الولادية أو العقم. إذا حدث الحمل بوساطة تقنيات الإخصاب المساعد مع إمكان حدوث متلازمة خبن الذراع الطويل للصبغي Y لدى الأجنة الذكور؛ يمكن استخدام تقنيات التشخيص قبل الولادة أو اختبارات قبل التعشيش preimplantation testing من أجل تحديد جنس الجنين ووجود الخبن على الصبغي Y.

tubules والتي تحتوي في معظم أجزائها على خلايا سيرتولي مبطنة إياها مع عدم تشكل النطاف أو ندرتها.

ب- توقف نضج الخلايا النطفية spermatocytes مع غياب أرومات النطاف spermatids أو النطاف الناضجة mature sperm.

٤- التحاليل الجينية الجزيئية: تتألف هذه التحاليل من مجموعة من التفاعلات السلسلية البوليميرازية polymerase chain reaction (PCR) التي تضخم مناطق واسعة نسبياً من الصبغي Y.

(خطة) استراتيجية الاختبارات المخبرية

ينبغي تقييم عدد الحيوانات المنوية من حيث الشكل والحركة وإجراء الاختبار الجيني الجزيئي باستخدام تحليل حذف/تضاعف من أجل تأكيد التشخيص في حالات العقم الذكري. إذا لم يمكن ثمة حذف، يجب إجراء تحليل المصفوفات الدقيقة للصبغيات CMA، وإذا لم يكن هناك أي خلل ينبغي إجراء الدراسات الوراثية الخلوية المتوالية للكشف عن اضطرابات الصبغيات المتوازنة. وإذا لزم الأمر ينبغي إجراء التحليل الوراثي الخلوي باستخدام تعصيب G وتعصيب Q والتجهين التآلقي في الموضع FISH للمناطق محددة من الصبغي Y لبيان التبدلات الصبغية المعقدة.

التدبير

حين رغبة الزوجين بالإنجاب يمكن تحقيق ذلك بطريق التلقيح الصناعي باستخدام الحقن المجهرى (حقن الحيوانات المنوية داخل الهيولى) intracytoplasmic sperm injection (ICSI)، فيتم الإخصاب في الزجاج in vitro وذلك بالحصول على الحيوانات المنوية، إما من السائل المنوي (في الذكور المصابين بقلة النطاف)، وإما من المستخرجة من خزعات الخصية (في الذكور المصابين بفقد النطاف) وحقنها في البويضات التي تؤخذ من الزوجة.

تكون النطاف المأخوذة من الخصية ليُجرى عليها الإلقاح الصناعي غير فعالة في الذكور المصابين بالخبون في المناطق

الأمراض المتقدريّة

محمد علي عجلوني

معدل طفرات دنا المجين المتقدري مرتفع، وتكون هذه الطفرات من النمط النقطي والطويل؛ إذ تحدث بمعدل أعلى عشر مرات من معدل حدوثها في دنا المجين النووي. يعتمد تأثير هذه الطفرات (أي النمط الظاهري) على موضع الطفرة ونمطها، ويعتمد أيضاً على نسبة الصبغيات المتقدريّة المصابة بالطفرة إلى المتقدرات السليمة. تشيع في الأمراض المتقدريّة ظاهرة التغاير النسيجي heteroplasmy التي تعني وجود بعض الصبغيات المتقدريّة المصابة بالطفرة وبعض الصبغيات المتقدريّة السليمة في كل متقدرة. وعدا ذلك؛ عند تنالي الانقسامات الخلوية يكون توزع المتقدرات عشوائياً بين الخلايا البنات بحيث تكون في كل خلية - ومن ثم في كل نسيج - نسب مختلفة من المتقدرات الطافرة والسليمة؛ مما قد يؤدي إلى ظهور طيف واسع من الأنماط الظاهرية للمرض الواحد في العائلة الواحدة.

المتقدرات عضيات مهمة لإنتاج الطاقة، ولذلك يتفاوت محتوى الخلايا ومن ثم الأنسجة من المتقدرات بحسب حاجتها للطاقة، فمحتوى المتقدرات مرتفع في الجهاز العصبي المركزي والقلب والعضلات الهيكلية والكلى والغدد الصم والكبد؛ ومن هنا تتأثر هذه الأعضاء تأثراً رئيسياً حين يضطرب عمل المتقدرات.

الأمراض المتقدريّة كثيرة، وقد وُصف ما لا يقل عن ٥٩ مرضاً متقدرياً، منها:

(١) بيلة تفهة، الداء السكري، ضمور العصب البصري والصمم - الشكل المتقدري

diabetes insipidus" diabetes mellitus" optic atrophy" deafness (DIDMOAD)

(٢) اعتلال عصب بصري وراثي Leber، الضمور البصري Leber

Leber hereditary optic neuropathy" Leber optic-atrophy (LHON)

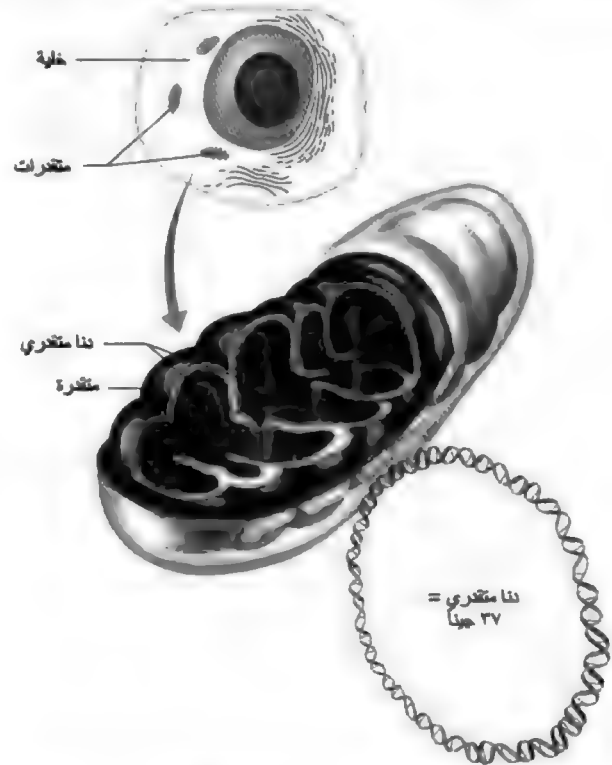
(٣) اعتلال عضلات متقدري، اعتلال دماغ، حمض لبنّي، نوبات شبيهة بالسكتة

mitochondrial myopathy" encephalopathy" lactic-acidosis" stroke-like (MELAS) episodes

(٤) صرع رمعي عضلي تصحبه ألياف حمراء خشنة.

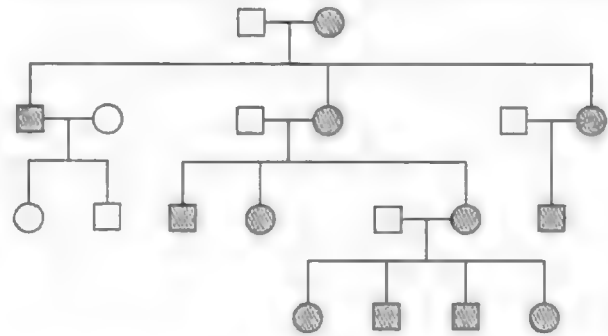
مقدمة:

في هيولى كل خلية مئات المتقدرات، وتحتوي كل متقدرة نحو عشر نسخ من الصبغي المتقدري الدائري (الشكل ١).



الشكل (١): يبين الصبغي المتقدري الدائري وتوضعه في المتقدرة والهيولى.

تأتي كل متقدرات الفرد بما تحويه من الصبغيات المتقدريّة عملياً من الأم، ومن هنا تبدي الاضطرابات المتقدريّة الناجمة عن طفرات في المجين المتقدري طرازاً مميزاً للانتقال في العائلة حيث تورث الأم المصابة المرض لجميع أطفالها، ولا خطر من نقل المرض من الأب المصاب لأطفاله (الشكل ٢).



الشكل (٢): شجرة نسب تبدي طراز الانتقال الأمومي لمرض متقدري تشير الدائرة المظلمة إلى الأنثى المصابة والمربع المظلم إلى الذكر المصاب.

myoclonic epilepsy associated with ragged-red fibers-
(MERRF)

(٥) شلل عين خارجي مترقٍ مزمن مع اعتلال عضلي.

- متلازمة Kearns-Sayre

(٦) قلة كريات شاملة، حماض لبنني، قصور بنكرياس في
الغدد خارجية الإفراز في المعتكلة.

- متلازمة Pearson نقى/ بنكرياس

لا يُشَفَّر العديد من البروتينات المتقدريّة من الجينات
المتقدريّة (وعدها ٣٧ جيناً)، بل من قبل جينات نووية
(موجودة في الصبغيات النووية)، ويفسر ذلك حدوث أمراض
متقدريّة تنجم عن طفرات في جينات نووية، وتنتقل بطرز
صبغية جسدية أو مرتبطة بالإكس، وليس بالطريق الأمومي.
مثال ذلك مرض اعتلال العضلات والدماغ والقلب الطفولي
الميت الذي يورث بطريقة صبغية جسدية متنحية في أكثر
حالاته، وليس بطريقة أمومية. وهو ينجم عن عوز
cytochrome oxidase C (المعقد IV complex IV) الذي يمثل
الإنزيم الانتهازي للسلسلة التنفسية.

فالأمراض المتقدريّة تنجم إما عن طفرات في المجين
المتقدري؛ وإما عن طفرات في المجين النووي. في الواقع
يتواسط الفسفة التأكسدية oxidative phosphorylation في
السلسلة التنفسية أربعة معقدات إنزيمية داخل متقدريّة
(المعقدات I-IV) وناقلاً إلكترون متحركاً (coenzyme Q
cytochrome C و) التي تولّد ممال بروتون كيميائياً إلكترونياً
يستخدمه المعقد V (ATP synthetase) لتوليد الـ ATP
الضروري للوظيفة الخلوية الطبيعية. ويتطلب الحفاظ على
الفسفة التأكسدية تنظيمياً منسجماً بين الجينات المتقدريّة
والنووية.

الدنا المتقدري هو جزيء دائري صغير (Kb 16.6) ثنائي
الطاق جرت سلسلته بالكامل، ويحوي ٣٧ جيناً. والدنا النووي
مسؤول عن تركيب نحو ٧٠ وحدة تنتقل إلى المتقدرات عبر
بروتينات ناقلة chaperone تضمن اجتيازها إلى الغشاء
المتقدري الباطن، وتسهم في معالجتها وتجميعها بالشكل
الصحيح. يمكن تقسيم أمراض الفسفة التأكسدية
المتقدريّة ثلاث مجموعات: ١- عيوب الدنا المتقدري، ٢- عيوب
الدنا النووي، ٣- عيوب التواصل بين الدنا المتقدري والدنا
النووي. يتميز الدنا المتقدري من الدنا النووي بست مميزات:
١- راموز جيني genetic code مختلف عن راموز الدنا النووي،
٢- محشو بشدة بالمعلومات؛ لأنه لا يحوي إنترونات، ٣-

معرض لمعدل طفرات تلقائية أعلى من معدلها في الدنا
النووي، ٤- آليات الإصلاح فيه أقل فعالية مما في الدنا
النووي، ٥- ينتقل عبر الأم، ٦- وجود ظاهرة التغاير
النسيجي، وهي تنجم عن التوزع غير المتكافئ لجزيئات الدنا
المتقدري السليم والطافر بين الخلايا؛ مما يسبب التغاير
في الأعراض المرضية.

تضم الأمراض الناجمة عن عيوب المجين المتقدري العيوب
في نقل الركيزة substrate، والعيوب في تأكسد الركيزة،
والعيوب في حلقة كريبس Kreb's circle، والعيوب في
السلسلة التنفسية والعيوب في نقل البروتين المتقدري.

يمكن كذلك تقسيم الأمراض الناجمة عن العيوب في
الدنا المتقدري إلى العيوب المرافقة لطفرات نقطية والتي
تنتقل بطراز أمومي (مثل متلازمات LHON, MELAS, NARP
(MERRF)، والعيوب الناجمة عن خبون deletions أو
تكريلات duplications في الدنا المتقدري، والعيوب التي تدل
على تبدل التواصل بين النواة والمتقدرات (متلازمة كيرنس
- ساير KSS، متلازمة بيرسون Pearson، اعتلال الدماغ
الوخيم النادر والمصحوب بفقر الدم وسوء الوظيفة المعثكلية،
شلل العين الخارجي المترقي). وقد تنتقل هذه الاضطرابات
في العائلة على نحو فرادي، أو صبغي جسدي سائد أو متنحٍ.
يمكن تصنيف الأمراض المتقدريّة سريريا بحسب الجهاز
الرئيسي المصاب في:

١- اعتلال العضلات المتقدري mitochondrial myopathies:

ترافق العديد من الأمراض التي تصيب العضلات والدماغ
وأعضاء أخرى اضطرابات في بنية المتقدرات ووظيفتها؛ إذ
تسبب هذه الاضطرابات المتقدريّة عيوباً في الاستقلاب
الخلوي الهوائي وفي سلسلة نقل الإلكترون وفي حلقة
كريبس Krebs. ويسبب وجود المتقدرات في كل الخلايا-
باستثناء الكريات الحمر الناضجة- يُفضّل استخدام
مصطلح الاعتلال الخلوي المتقدري لتأكيد الطبيعة
الجهازية المتعددة لهذه الأمراض. إن أفضل وسيلة لإظهار
الاضطرابات البنيوية المتقدريّة هي فحص خزعة عضلية
بالمجهر الإلكتروني الذي يكشف تكاثراً لأعراف cristae شاذة
الشكل تضم أعرافاً مُكدّسة أو دَوامية whorled وبنى شبيهة
بالبلورات paracrystalline تشغل الحيز بين الأعراف، وتكون
من إنزيم كرياتين كيناز CK. تُظهر الخزعات العضلية
للولدان والرضع والأطفال إصابة أكثر وخامة في الخلايا
البطانية للشعيرات capillaries داخل العضلية منها في

الألياف العضلية. وكثيراً ما ترافق هذه التبدلات الكيميائية النسيجية والبنوية المستدقة ultrastructural المميّزة طفرات نقطية في الجينات المتقدريّة التي تنتج الرنا النقال المتقدري mt rRNA . ترافق الخبون deletions الكبيرة (Kb) (7.4 في الدنا المتقدري (حجم النسخة الواحدة من الصبغي المتقدري 16.5 Kb) عيوب في معقدات إنزيمات الأكسدة التنفسية المتقدريّة. ولما كانت معظم وُحيدات subunits معقدات السلسلة التنفسية مُشَفَّرَة في المجين النووي - وليس في المجين المتقدري - فمن الممكن مصادفة مرض متقدري يُتوارث بطراز صبغي جسدي مندلي لا بطراز أمومي.

حدّد العديد من الأمراض المتقدريّة المتمايزة فيما بينها والتي تصيب على نحو رئيس العضلات المخططة أو العضلات والدماغ. ويمكن تقسيم هذه الزمرة من الأمراض إلى أمراض الليف الأحمر الخشن (RRF) ragged red fiber وإلى أمراض الليف الأحمر غير الخشن.

تضم أمراض الليف الأحمر الخشن متلازمة Kearns-Sayre ومتلازمة MELAS ومتلازمة MERRF ومتلازمات شلل العين الخارجي المتريقي. أما أمراض الليف الأحمر غير الخشن؛ فتشمل اعتلال الدماغ لـ Leigh والضمور البصري الوراثي لـ Leber.

٢- اعتلالات الدماغ والعضلات المتقدريّة mitochondrial encephalomyopathies

مجموعة متغايرة من المتلازمات السريرية الناجمة عن أذيات جينية تُخلُّ بإنتاج الطاقة عبر الفسفرة التأكسدية. وتدل علامات هذه الاضطرابات وأعراضها على ضعف الجهاز العصبي والعضلي وأعضاء أخرى تجاه نقص الطاقة. ومن الملامح البارزة للاضطرابات المتقدريّة علامات سوء وظيفة الدماغ والعضلات (نوب اختلاج، ضعف عضلي، إطراق، شلل عضلات العين الخارجية، التقهقر النفسي الحركي، فقد السمع، اضطرابات الحركة، الرنح ataxia) مع الحماض اللبنّي. كما قد ينجم عن الاضطرابات المتقدريّة اعتلال العضلة القلبية والسكري.

يغلب أن تبدو في الأطفال المصابين باضطراب متقدري علامات متعددة البؤر متقطعة أو ناكسة-هادئة يرافقها غالباً مرض داغل (دخيل أو عارض) intercurrent. وُصف العديد من هذه الاضطرابات على شكل متلازمات سريرية قبل فهم وراثياتها their genetics. يُذكر منها متلازمة الصرع الرمعي العضلي مع الألياف الحمراء الخشنة ومتلازمة NARP

(اعتلال عصبي، رنح، التهاب شبكية صباغي). من المهم أن يُعلم أن تشخيص الأمراض المتقدريّة صعب جداً، فهي تتجلى غالباً بشكل تواليف combinations جديدة لعلامات وأعراض نتيجة للمعدل المرتفع لطفرات المجين المتقدري ولتفاوت وخامة المرض من شخص إلى آخر.

أ- اعتلال العضلات واعتلال الدماغ المتقدري، الحمض اللبنّي، النوبات الشبيهة بالسكتة (MELAS):

قد يكون الأطفال المصابون بـ MELAS طبيعيين خلال السنوات العديدة الأولى من العمر، ثم يظهر لديهم تدريجياً تأخر في التطور الحركي والمعرفي cognitive وقصر القامة. تتميز هذه المتلازمة السريرية بـ: ١- نوب متكررة شبيهة بالسكتة مكونة من خزل شقي أو علامات عصبية بؤرية أخرى مع أذيات أكثر ما تُشاهد بالتصوير الطبقي المحوري في الفصوص الخلفية الصدغية والجدارية والقذالية، ٢- حماض لبنّي و/ أو ألياف حمراء خشنة، ٣- اثنين على الأقل مما يلي: نوب اختلاج بؤرية أو معممة، خرف، شقيقة متكررة، قيء. تبدأ الأعراض قبل سن الخامسة عشرة، ويكون العمى الشقي أو العمى القشري أكثر التظاهرات شيوعاً. غالباً ما يرتفع بروتين السائل الدماغي الشوكي. وقد ترافق أيضاً تواليف متنوعة من عدم تحمل الجهد، الاعتلال العضلي، شلل العين، اعتلال الشبكية الصباغي، اعتلال العضلة القلبية الضخامي، عيوب توصيل قلبي، صمم، اعتلال الغدد الصم (الداء السكري)، سوء وظيفة الأنبوب الكلوي القريب. وأكثر الطفرات شيوعاً التي تسبب متلازمة MELAS هي طفرة MELAS 3243 الحادثة في الدنا المتقدري. الإنذار سيئ حين تكون المتلازمة متكاملة.

ب- الصرع الرمعي العضلي مع الألياف الحمراء الخشنة MERRF:

تتميز متلازمة MERRF بصرع رمعي عضلي مترقّ، وباعتلال عضلي متقدري، ورنح مخيخي ورنّة ورأفة. قد تبدأ الأعراض في الطفولة أو في سن البلوغ، وقد يكون سير المرض بطيء الترقّي أو سريع التدهور. تضم الملامح الأخرى للمرض الخرف، وفقد السمع الحسي العصبي، وضمور العصب البصري، واعتلال الأعصاب المحيطية، والشَنَاج spasticity. تكون في عدد كبير من المرضى قصة عائلية للمرض وقصر قامة. تُورث هذه المتلازمة عبر الأم. تنجم ٨٠٪ من الحالات عن طفرة نقطية متغايرة نسيجياً؛ هي التغير من G إلى A في النوكليوتيد ذي الرقم ٨٣٤٤ من جين tRNA^{Lys} المتقدري. ج- متلازمة الاعتلال العصبي والرنح والتهاب الشبكية

الصباغي NARP syndrome:

تنجم هذه المتلازمة عن طفرة نقطية في النوكليوتيد ٨٩٩٣ في جين الوحيدة ٦ من ATPase.

يتجلى هذا المرض الموروث من الأم بأحد طرازين سريريين: ١- اعتلال عصبي، رنح، اعتلال شبكية صباغي، خرف، ٢- اعتلال دماغي طفولي وخيم يشبه متلازمة Leigh تكشف فيه بالفحص بالرنين المغناطيسي أذيات في النوى القاعدية.

متلازمة كيرنس-ساير Kearns-Sayre:

تتميز بالثلاثية المكونة من شلل العين الخارجي المترقي والتهاب الشبكية الصباغي وبيداء الأعراض قبل سن العشرين وتنجم عن خيول في الدنا المتقدري. ولا بد كذلك من وجود واحد على الأقل مما يلي: إحصار القلب أو إصابة مخيخية أو ارتفاع بروتين السائل الدماغي الشوكي $< 100 \text{ mg/dL}$. تكون معظم الإصابات فردية. تضم هذه المتلازمة ملامح غير نوعية؛ لكنها شائعة؛ وهي الخرف وفقد السمع الحسي العصبي واضطرابات غدية صماوية متعددة تشمل القامة القصيرة والداء السكري وقصور الدريقات hypoparathyroidism. الإنذار محتفّظ به، ويحدث التدهور على نحو مترق وتحدث الوفاة في العقد الثالث أو الرابع من العمر.

اعتلال العضلات بعوز cytochrome c oxidase الرضيحي

القابل للإصلاح:

هناك طفرات في الدنا المتقدري مسؤولة أيضاً عن شكل قابل للإصلاح لضعف عضلي عصبي وخيم ونقص توتر، وتنجم هذه الحالة عن الطفرة $T > C \text{ mt-tRNA}^{\text{Glu}}$ 14674 المتجانسة نسيجياً والموروثة من الأم والمصحوبة بعوز cytochrome oxidase c (COX). تبدأ الأعراض عند الرضع المصابين في الأسبوع الأول من الحياة، وتتجلى بنقص توتر وضعف عضلي وخيم وارتفاع لاكتات المصل ارتفاعاً شديداً، ويغلب أن يحتاج المرضى إلى التهوية الآلية (الميكانيكية)؛ لكن الإطعام feeding لا يتأثر ولا التطور النفسي الحركي. تبدي الخزعات العضلية المأخوذة من المرضى في مرحلة الوليد الألياف الحمراء الخشنة RRF مع وجود عوز في فعالية COX. لكن هذه الموجودات تختفي خلال ٥-٢٠ شهراً عندما يشفى الأطفال تلقائياً. من الصعب تمييز هؤلاء الرضع من المصابين باضطرابات متقدرة مميتة قبل انتظار التحسن. آلية الشفاء غير واضحة؛ لكنها قد تكون ناجمة عن التحول التطوري في الرنا المتقدري في سن

الرضاع. ترافق هذا الاضطراب من عوز COX القابل للإصلاح طفرة $T > C \text{ mt-tRNA}^{\text{Glu}}$ 14674 فقط.

داء Leigh (اعتلال العضلات والدماغ الناخر تحت الحاد):

اضطراب تنكسي مترق يتظاهر في سن الرضاع بمشاكل في الإطعام والبلع، وقياء وفشل نمو، ويرافقه حمض لبنّي. تشاهد بالـ MRI أذيات في جذع الدماغ أو في النوى القاعدية. ثمة أسباب جينية محددة عديدة لداء لاي Leigh تنجم عن طفرات في جينات الدنا النووي التي ترمز مكونات السلسلة التنفسية. ينجم نحو ٣٠٪ من الحالات عن طفرات في الدنا المتقدري. وقد يكون تأخر التطور الحركي واللغوي واضحاً، والأعراض البارزة هي نوب الاختلاج العممة والضعف ونقص التوتر والرنح والرعاش والعلامات الهرمية والرأفة. يتميز المرض بالتنفس المتقطع الذي يرافقه تنهد أو شبح، ويوحى ذلك بسوء وظيفة جذع الدماغ. وتتكون موجودات الـ CT أو MRI من مناطق توهين attenuation منخفض متناظرة ثنائية الجانب في النوى القاعدية وفي جذع الدماغ؛ إضافة إلى ارتفاع حمض اللبن بتنظير طيف الرنان المغناطيسي spectroscopy MR. تتكون الموجودات الباثولوجية من مناطق متناظرة بؤرية لنخر في المهاد thalamus والنوى القاعدية والمادة الرمادية السقيضية tegmental والمناطق حول البطينية وحول المسالية periaqueductal لجذع الدماغ والأعمدة الخلفية للنخاع spinal cord. مجهرياً تبدي هذه الآفات الإسفنجية الشكل تكهفاً كيسيّاً مع خسارة عصبونات، وزوال الميالين وتكاثراً وعائياً. يكون ارتفاع لاكتات المصل مميزاً. ومع أن النظرة العامة للمرض سيئة؛ فقد تبدو في قلة من المرضى مراحل مديدة من الهداة.

٣- اعتلالات الكبد المتقدرة:

تحتوي الخلايا الكبدية كمية مرتفعة من المتقدرات؛ لأن الكبد - بسبب وظيفته في التركيب الحيوي وفي نزع السمية - يعتمد على نحو كبير على الأدينوزين ثلاثي الفسفات ATP. وقد تؤدي العيوب في الوظيفة المتقدرة إلى اختلال الفسفة التأكسدية وإلى ارتفاع توليد الأكسجين التفاعلي وإلى اختلال السبل الاستقلابية الأخرى وإلى تفعيل آليات الموت الخلوي. ويمكن تقسيم اعتلالات الكبد المتقدرة إلى أولية؛ يكون فيها العيب المتقدري هو السبب الأولي للاضطراب، وثانوية؛ تتأثر فيها الوظيفة المتقدرة بأذية خارجية أو بطفرة جينية تصيب بروتينات غير متقدرة. وقد تنجم الاضطرابات المتقدرة الأولية عن طفرات تصيب الدنا المتقدري أو عن جينات نووية ترمز بروتينات أو عوامل مُتممة

cofactors متقدريّة- وتشمل الاضطرابات المتقدريّة الثانوية الأمراض ذات السببيات غير الأكيدة كمتلازمة ري -Reye وعن الاضطرابات الناجمة عن ذيفانات داخلية أو خارجية المنشأ، أو عن أدوية أو عن معادن، وحالات أخرى قد تكون فيها الأذية التأكسدية المتقدريّة مشاركة في إمراضية إصابة الكبد.

الوبائيات:

تصيب اضطرابات السلسلة التنفسية المتقدريّة من كل الأنماط ١ من ٢٠٠٠٠ طفل أصغر من ١٦ سنة. ذُكرت الإصابة الكبدية عند نحو ١٠-٢٠٪ من المصابين بعيب السلسلة التنفسية.

حدّدت أكثر من ٢٠٠ طفرة نقطية مُمرضة، خبون، غروز، مُرتّبات rearrangements تشمل الدنا المتقدري والنووي الذي يرمز البروتينات المتقدريّة. للوراثيات المتقدريّة صفات مميزة؛ لأنّ المتقدرات قادرة على نسخ replication، وانتساخ transcription وترجمة دناها على نحو مستقل. تحوي الخلية الكبدية النموذجية تقريباً ١٠٠٠ نسخة من الدنا المتقدري. وتحدث الفسفة التأكسدية (عملية إنتاج الأدينوزين ثلاثي الفسفات) في السلسلة التنفسية المتوضعة في الغشاء المتقدري الباطن والتي تقسم إلى خمسة معقدات متعددة الإنزيمات: المعقدات من I إلى V.

تعبير الاضطرابات المتقدريّة معقد، ويعرقل الدراسات الوبائية الصعوبات التقنية (التي تحدث في أثناء جمع العينات النسيجية الضرورية لوضع التشخيص الدقيق ومعالجتها) وتنوع التظاهرات السريرية وحقيقة أن معظم الاضطرابات تبدي وراثية أمومية مع انتفاذ متغير variable penetration. كما يبلغ معدل طفرات الدنا المتقدري عشرة أضعاف معدل طفرات الدنا النووي؛ وذلك بسبب غياب الإنترونات والهستونات الحامية وجهاز إصلاح فعال في المتقدرات. وتبدي الوراثيات المتقدريّة أيضاً تأثير العتبة؛ أي إن نمط الطفرة المطلوبة لإحداث التظاهرات السريرية ووخامتها يتغيران بين الناس وبين الأجهزة في الفرد المصاب نفسه، ويُفسّر ذلك بمفهوم التغاير النسيجي heteroplasmy، فالخلايا والأنسجة تُؤوي دنا متقدرياً سليماً وطافراً بكميات متفاوتة بسبب التوزع العشوائي الحادث في أثناء الانقسام الخلوي.

التظاهرات السريرية لاعتلالات الكبد المتقدريّة:

قد تؤثر عيوب الفسفة التأكسدية في أي نسيج بدرجات مختلفة؛ علماً أنه كلما كان اعتماد النسيج على الطاقة أكثر

كان تأثيره أكبر. في الواقع يجب التفكير بمرض متقدري عند أي مريض من أي عمر تظهر فيه إصابة متعددة الأجهزة مترقية غير قابلة للتفسير بتشخيص محدد. تضم الشكاوى المعدية المعوية القيء والإسهال والإمساك وفشل النمو والألم البطني. ولبعض الاضطرابات المتقدريّة تظاهرات معدية معوية مميزة. فمتلازمة بيرسون نقي/ معثكلة تتظاهر بفقر دم حديدي الأرومات وبقصور إفراز المعثكلة الخارجي، في حين يتظاهر اعتلال العضلات والدماغ العصبي المعدي المعوي المتقدري بانسداد معوي كاذب مزمن ويدنف. يراوح مجال التظاهرات الكبدية بين الركود الصفراوي المزمن وضخامة كبدية وتشمع وتنكس دهني إلى فشل كبد خاطف ووفاة.

١- فشل الكبد الوليدي:

التظاهرة الشائعة لعيوب السلسلة التنفسية هي فشل الكبد الوخيم الذي يتجلى بירقان ونقص سكر الدم واعتلال تخثري وخلل الوظيفة الكلوية وارتفاع أمونيا الدم، ويكون البدء في الأسابيع الأربعة الأولى من العمر. تضم الملامح الكيميائية الحيوية المفتاحية ارتفاعاً كبيراً في لاکتات المصل وارتفاع نسبة مولات mol اللاكتات إلى بيروفات المصل (< ٢٥ مل/مول)، وارتفاع نسبة β -hydroxybutyrate إلى acetoacetate. تكون الأعراض غير نوعية، وتشمل الوسن والقيء. يعاني معظم المرضى أعراضاً إضافية عصبية تضم ضعف المص، أو توقف النفس المتكرر أو الصرع الرمعي العضلي. تبدي خزعة الكبد تنكساً دهنيّاً دقيق الحويصلات، وركوداً صفراوياً، وتكاثر القنوات الصفراوية، ونضاد الغليكوجين، وفرط حمل الحديد. الإنذار سيئ.

السبب الأكثر شيوعاً لهذا الاضطراب هو عوز Cytochrome-c oxidase (المعقد IV).

ب - متلازمة ألپرس (أو متلازمة Alpers- Huttenlocher أو حثل السنجابية والاعتلال الكبدي):

تضم المعايير التشخيصية لهذه المتلازمة النوب المعنّدة من النموذج المختلط والتي تشمل مكوناً بؤرياً إضافة إلى التقهقر النفسي الحركي الذي يكون نوبياً، ويثار بعداوى داغلة intercurrent وباعتلال كبدي مع فشل كبد حاد أو دون ذلك. تتظاهر متلازمة ألپرس - بدءاً من سن الرضاع حتى سن الثامنة - بنوب اختلاج وينقص توتر وبصعوبة إطفاء ويتراجع التطور النفسي الحركي وبالرنح. كما يتضخم الكبد، ويظهر اليرقان، ويكون ترقي الفشل الكبدي أبطأ مما في عوز Cytochrome-c oxidase.

يورث المرض بطراز صبغي جسدي متنحٍ، وينجم عن طفرات في الوحيدة التحفيزية لجين PLOG الدنا المتقدري. **ج- متلازمة النفاذ المتقدري mitochondrial depletion في سن الرضاع:**

تتميز هذه المتلازمة بنقص شديد في الفعالية الأكسدية للإنزيمات في معظم المعقدات الخمسة أو فيها كلها؛ إضافة إلى الضعف العضلي المنتشر، وقد تبدو في الولدان والرضع الصفار إصابة جهازية متعددة. وتحدث المتلازمة بعدة أشكال: اعتلال عضلات، اعتلال عضلات ودمغ، اعتلال دماغ وكبد، اعتلال دماغ وأمعاء. كما قد يحدث أيضاً اعتلال عضلة قلبية. تنجم متلازمة ألبرز Alpers المتجانسة جينياً عن طفرات في جين POLG1. كما حُدثت جينات أخرى عديدة، معظمها في الأشكال متأخرة البدء، ومن هنا يكون النفاذ المتقدري متلازمة؛ وليس مرضاً مفرداً.

د - متلازمة Pearson نقي / معثكلة؛

تسمى أيضاً فقر الدم حديدي الأرومات sideroblastic مع تشكل فجوات في الخلايا النخوية وسوء وظيفة الغدد خارجية الإفراز المعثكلية (البنكرياسية). تنجم هذه المتلازمة الفرادية sporadic عن خبن كبير متغير الحجم يشمل عدة جينات متقدريّة متجاوزة تسبب أعواز المعقدات I و III. يمكن كشف الطفرة سواء في أرومات ليفية fibroblasts المريض المزروعة أم في كريات بيض الدم المحيطي. تبدأ أعراض هذا الاضطراب المميت في سن الوليد أو الرضاع بفشل نمو وفقر دم وخيم كبير الكريات معتمد على نقل الدم وقلة عدلات وصفائح متفاوتة الشدة. في سن الطفولة يعاني المرضى سوء امتصاص بسبب تليف المعثكلة والضمور العنبي والزغابي في الأمعاء الدقيقة؛ وفيما بعد الداء السكري المعتمد على الإنسولين كما قد يعاني المرضى حمّاضاً لبنياً وضعفاً في العضلات الدانية ضعفاً مترياً. تشمل الإصابة الكبدية ضخامة الكبد، والتنكس الدهني، والتشمع، ويحدث فشل الكبد والوفاة قبل سن الرابعة. ومن المظاهر السريرية الأخرى الحمض الأنبوبي الكلوي، الحساسية المفرطة للضوء، موه الجنين hydrops fetalis، اعتلال البصر في مرحلة متأخرة من تطور المرض، رعاش، رنج، شلل العين الخارجي، اعتلال شبكية صباغي. ويفيد في التشخيص كشف بيلة حمض methylglutaconic.

هـ - متلازمة الضمور الزغابي؛

يتجلى المرض عند الأطفال المصابين بقهم وخيم وبقياء وإسهال مزمن وضمور زغابي في الأمعاء في السنة الأولى

من العمر. تشمل الإصابة الكبدية ارتفاعاً خفيفاً في الأمينو ترانسفيراز وضخامة كبدية وتنكساً دهنيّاً. يسوء الحمض اللبني مع تسريب السوائل مرتفعة الدكستروز وريدياً أو مع التغذية المعوية. يتحسن الإسهال بعمره سنين، يصاحب ذلك عودة خزعات الزغابات المعوية إلى الوضع السوي. فيما بعد يصاب المرضى بالتهاب شبكية صباغي، ورنج مخيخي، وصمم حسي عصبي، وضعف العضل الداني، والوفاة محتملة الحدوث في آخر العقد الأول. يعزى المرض إلى مراتبة في الدنا المتقدري. كما وُجد عوز المعقد II في عضلات المرضى. **و - متلازمة Gracile،**

أكثر الملامح السريرية أهمية في هذه المتلازمة هي بطء النمو الجنيني (انخفاض وزن الولادة الشديد) وبيلة حموض أمينية وركود صفراوي وفراط حمل الحديد وحمض لبني وخيم ووفاة مبكرة. يُبدي فحص الكبد نسجياً تنكساً دهنيّاً دقيق الحويصلات وركوداً صفراوياً مع تراكم حديد غزير في الخلايا الكبدية وخلايا كوبفر. ينقص محتوى الكبد من الحديد مع تقدم العمر على نحو مترام مع ازدياد التليف والتشمع. كما يلاحظ اضطراب نواقل الأمين والتخثر، لكن يبدو أن سبب الوفاة متعلق بنفاذ الطاقة أكثر من ارتباطه بفشل الكبد. يموت نحو نصف المرضى في أول أسبوعين من العمر.

ز - طفرات في جينات عوامل الإطالة elongation والترجمة النووية؛

تسبب طفرة عامل الاستطالة EFG1 (جين GFM1) فشل نمو الجنين وحماضاً لبنياً وخللاً في وظيفة الكبد التي تترقى إلى فشل كبد ووفاة. ولقد حُدثت طفرات في جينات عوامل الترجمة النووية لمعقدات إنزيمات السلسلة التنفسية على أنها سبب فشل الكبد الحاد الذي يتظاهر منذ اليوم الأول من الحياة حتى الشهر السادس. ويشابه عجز السلسلة التنفسية هذا متلازمة نفاذ الدنا المتقدري.

ح - متلازمة ريye syndrome؛

هي أحد أشكال اعتلالات الكبد المتقدريّة الثانوية، تنجم عن سمية الكبد بالمعادن أو الأدوية أو اليفانات أو مستقلبات داخلية المنشأ. يرافق هذه المتلازمة - التي أصبحت غير شائعة - ملامح باثولوجية تتميز بتنكس دهني في الأحشاء (تنكس دهني دقيق الأوعية) وشذوذات متقدريّة وملامح كيميائية يرافقها اضطراب الاستقلاب المتقدري.

تصادف متلازمة ناكسة شبيهة بمتلازمة ري عند الأطفال المصابين بعيوب جينية في جينات تأكسد الحمض الدهني،

أيضاً اضطرابات في العضلات الهيكلية والقلبية.

ب- شلل العين الخارجي المترقي الفرادي المصحوب بالياف حمراء خشنة RRF:

حالة حميدة السير السريري تتميز بشلل عيني يبدأ في سن اليافع أو بداية مرحلة البلوغ وإطراق وضعف في عضلات حزام الطرف الداني. المتلازمة بطيئة الترقى، وترافقها حياة طبيعية نسبياً. تبدي خزعة العضلات أليافاً حمراء خشنة ragged red fibers (RRF) واليافاً سلبية إنزيم cytochrome oxidase (COX). يُلَفَى لدى ٥٠٪ من المرضى خبون في الدنا المتقدري ومن دون قصة عائلية.

هـ- الصمم المُحدَث بالأمينوغليكوزيدات AID:

صمم حسي عصبي مترقٍ تُحدِثه غالباً صادرات الأمينوغليكوزيدات. طفرة الدنا المتقدري الأكثر تواتراً التي تسببه هي طفرة A1555G التي تحدث في جين rRNA. الطفرة موجودة في كل الخلايا والمتقدرات، وينتقل المرض بطراز أمومي.

هناك صمم حسي عصبي لا متلازمي تسببه طفرة أخرى في الجين السابق نفسه؛ وهي طفرة A7445G.

استقصاء الأمراض المتقدريّة:

يبدأ استقصاء investigation الاعتلالات الخلوية المتقدريّة بلاكتات المصل، لا يرتفع حمض اللبن في جميع الاعتلالات الخلوية المتقدريّة؛ لكن النتيجة الطبيعية ليست بالضرورة مُطمئنة. وترتفع لاكتات السائل الدماغي الشوكي في بعض الحالات التي تكون فيها لاكتات المصل طبيعية؛ ولا سيما إذا كانت هناك علامات سريرية لاعتلال دماغي. وغالباً ما يرتفع حمض ٣-methylglutaconic في المصل في الاعتلالات الخلوية المتقدريّة عموماً، وقد ظهر ذلك في أكثر من ٥٠ طفرة جينية مختلفة؛ ولذلك يُعدّ مقياساً جيداً للاستقصاء، فمن النادر أن يرتفع في أمراض استقلابية أخرى. وقد يرتفع هذا المُنتَج أيضاً في البول. كما يجب معايرة الإنزيمات الكبدية (transaminases) في الدم، وإجراء التقييم القلبي. تُحدّد التحاليل الجزيئية في الدم التي تشخص الأمراض المتقدريّة الشائعة - والتي طفراتها النقطية في الدنا المتقدري معروفة - العديد من الاعتلالات الخلوية المتقدريّة التي تتجلى أعراضها عند الكهول adults أو اليافعين adolescen ويتواتر أقل عند الأطفال وأقل عند الأطفال الصغار. وقد يكشف مرنان MRI الدماغ مناطق زائدة الكثافة في النوى القاعدية. وقد يكشف التنظير الطيفي بالمرنان المغنطيسي MR spectroscopy قمة لاكتات

مثل أعواز ناقل كارنيتين الغشاء الهولي. وتتظاهر هذه الاضطرابات باعتلال دماغي ناقص سكر الدم وناقص الكيتون، وتورث بطراز صبغي جسدي متنحٍ؛ تسبق تظاهرات المرض السريرية عدوى فيروسية - والتي يبدو أن المريض قد شفي منها - وببدء حاد لقياء، واعتلال دماغ. قد تترقى هذه الأعراض العصبية بسرعة إلى نوب اختلاج وسبات ووفاة. يكون اضطراب الوظيفة الكبدية ثابتاً عند تطور القياء. تنجم الوفاة عن ارتفاع الضغط داخل القحف وفتق الدماغ. وقد تنجم اضطرابات الوظيفة المتقدريّة المكتسبة أيضاً عن تناول عدد من الأدوية والذيفانات مثل حمض الفالبرويك والسيانيد والأميودارون وكلورامفينيكول والحديد وأنتيميسين A والذيفان المُقيء Bacillus cereus ومضاهئات النوكليوزيد.

٤- أمراض العين المتقدريّة:

١- اعتلال العصب البصري الوراثي لليبر (LHON) Leber Hereditary Optic Neuropathy:

يتميز بفقد الرؤية المركزية فقداً مفاجئاً، يحدث في العقدتين الثاني والثالث من الحياة، ويصيب على نحو رئيسي الذكور الشباب (٨٥٪ من المرضى على الأقل ذكور شباب)، ويعتقد أن عاملاً مرتبطاً بالصبغي X يعدل تعبير الطفرة النقطية في الدنا المتقدري. ويحدث اعتلال أوعية دقيقة يُشاهد فيها توسع الشعيرات حول الحليمية المميز ليس فقط في المرحلة قبل الأعراضية للعيون المصابة؛ وإنما أيضاً عند عدد مرتفع من النسل غير الأعراض في الخط الأنثوي. ويسمى mark التبغ (الاحتقان) hyperemia والوذمة الطور الحاد من فقد البصر. وتصاب عادة عين واحدة قبل الأخرى. يظهر أيضاً لدى المريض فقد الحقل البصري واعتلال في رؤية الألوان، ويظهر مع الزمن ضمور في العصب البصري وفقد البصر المترقي. ويصبح الاعتلال الوعائي المتعرج أقل وضوحاً، مع أن الوظيفة البصرية تبقى بعد الفقد الأولي مستقرة stable عموماً؛ فقد يحدث شفاء جزئي أو تام عند نسبة تصل حتى ٣٠٪ من الأفراد المصابين. وقد يحدث هذا الشفاء بعد سنين أو عقود بعد النوبة الأولى من فقد البصر المفاجئ. يميز الاعتلال الوعائي حول الحليمي وغياب الهدأة remission قصيرة الأمد ودرجة التناظر بين معظم حالات داء ليبر وبين حالات التهاب العصب البصري الذي يحدث في التصلب العديد.

يورث اعتلال العصب البصري لليبر أمومياً، وينجم عن طفرة في الدنا المتقدري، وقد تصادف عند الأفراد المصابين

المسيطر، ولم يكن التشخيص واضحاً بالاستقصاءات الأخرى.

المعالجة:

لا علاج فعالاً للاعتلالات الخلوية المتقدريّة؛ لكن يغلب تجربة مخلوطات cocktails متنوعة من الأدوية في محاولة لتجاوز هذا العجز الاستقلابي. وتتكون مكونات الخليط العلاجي من الكارنيتين الضموي والريبوفلافين وتميم الأنزيم Q10 وفيتامين C وفيتامين E، ومضادات تأكسد أخرى. وعلى الرغم من بعض التقارير الشفهية المشجعة؛ لم تثبت الدراسات الدقيقة نجاعة هذه العلاجات.

مرتفعة. توفر خزعة العضلات الدليل الأفضل لجميع الاعتلالات العضلية المتقدريّة، ويجب أن يشمل الفحص الكيميائي النسيجي الإنزيمات الأكسدية، والفحص بالمجهر الإلكتروني، والمقاييس الكيميائية الحيوية الكمية لمعدّات إنزيمات السلسلة التنفسية وتميم الإنزيم coenzyme- Q10. يمكن أيضاً تحليل النسيج العضلي من أجل الدنا المتقدري. وقد يؤثر العديد من الاضطرابات المتقدريّة في خلايا شوان وفي محاور الأعصاب المحيطية، وتتجلّى سريرياً باعتلال عصبي، ومن هنا يمكن قياس سرعات توصيل العصب الحسي والحركي عند مرضى مُتَقَدِرِينَ. تُطلب خزعة العصب الربيّلي sural؛ إذا كان الاعتلال العصبي هو العرض

الأمراض الوراثية الدرقية

محمد علي عجلوني

عبر المشيمة من أمهات مصابات بقصور درقية مزمن، أو تناول الحامل مضادات الدرقية، أو نقص اليود في قوت الأم.

٥- متلازمة داون: يحدث قصور الدرقية الخلقي في المصابين بمتلازمة داون أكثر ٢٨ مرة مما يحدث في عموم السكان.

٦- تنجم إمراضية التخلف العقلي في المصابين بقصور الدرقية عن الدور المركزي لهرمونات الدرقية في تطور الدماغ الذي يحدث خلال الحياة الجنينية، وفي الفترة المبكرة بعد الولادة حتى السنة الثانية أو الثالثة من العمر.

الأعراض السريرية:

يكون معظم الولدان لأعراضيين. أما في خلل تكون الدرقية الوخيم، أو غياب الدرقية التام فتتجلى الأعراض بصعوبة الإرضاع، الإمساك، قصور النمو، صوت بكاء خشن، أما أعراض الرضع والأطفال المصابين فهي قصور النمو، نقص التوتر العضلي، نقص النشاط، نَوَام lethargy، يرقان مديد، بطء القلب، برودة، جلد ثخين منتفخ جاف، شعر مبعثر. يكون مظهر الوجه والقحف مميزاً: ملامح وجهية خشنة، انتفاخ العينين، وذمة مخاطية، توسع اليوافيخ، أنف عريض مسطح، تباعد عينين كاذب، لسان كبير يبرز من الفم (الشكل ١).



الشكل (١): رضيفة مصابة بقصور درقية خلقي. يلاحظ بروز اللسان، تباعد العينين، وذمة مخاطية في الوجه والأطراف.

تضم هذه المجموعة عدداً من الأمراض والمتلازمات والروابط والمتواليات، أهمها:

١ - قصور الدرقية الخلقي

تحدث كل أشكال قصور الدرقية الخلقي بمعدل ١ / ٤٠٠٠ في كل أنحاء العالم. وشيوعها في الإناث ضعف شيوعها في الذكور.

التصنيف المورفولوجي:

١- الغدة الدرقية المُنْتَبِذَة هو التشوه الأكثر شيوعاً، وأكثر ما يشاهد في قاعدة اللسان.

٢- غياب الدرقية.

٣- نقص تنسج الدرقية (غياب جزئي).

وراثيات المرض وعيوبه الأساسية:

١- المرض فرادي في معظم الحالات.

٢- حُدثت في ٢٪ من الحالات عوامل جينية تسهم في خلل تكون الدرقية مع قصة عائلية إيجابية:

- في جين مستقبل الهرمون المنبه للدرقية TSH.

- في عوامل الانتساخ: TTF1، TTF2، PAX8.

مرضيات pathology قصور الدرقية:

١- يؤلف اضطراب تطور الغدة الدرقية ٨٥٪ من الحالات، ويتجلى بغياب الدرقية أو نقص تطورها، مع فشل أو هجرة طبيعية.

٢- يؤلف اضطراب تركيب الهرمون الدرقي ١٠-٢٠٪ من الحالات، وينجم عن أسباب متعددة، منها نقص استجابة مستقبل TSH، وعيوب نقل اليود من الدوران إلى داخل الخلايا الدرقية، وعيوب نقل اليود من الخلايا الدرقية إلى لمعة الجريب الدرقي الذي يرافقه غالباً صمم في الأذن الداخلية (متلازمة بندريد، سلعة درقية مع صمم حسي عصبي)، وعيوب اليودنة iodination وتركيب يودوتيرونين، وعيوب تدوير recycling اليود.

٣- السبببات المركزية لقصور الدرقية الخلقي: اضطرابات تطور وظيفة الوطاء و/أو النخامي.

٤- الشكل العابر لقصور الدرقية الخلقي:

أ- يكشف في ٥-١٠٪ من الولدان الذين أجري لهم التحري عن قصور الدرقية.

ب- يؤلف نحو ٥٪ من حالات قصور الدرقية الخلقي.

ج- سببياته: عبور الأضداد الحاصرة blocking antibodies

التشخيص:

عيار هرمون TSH، تخطيط الصدى.

التوعية الوراثية:

١- اختطار النكس:

أ- عند شقيق المصاب اختطار النكس منخفض في الحالات الفردية ونسبة ٢٥% في الحالات المتنحية، ومنخفض في الحالات السائدة ما لم يكن أحد الوالدين مصاباً.

ب- عند ذرية المريض: اختطار النكس منخفض في الحالات الفردية وفي الحالات المتنحية ما لم يكن الزوج حاملاً للطفرة المتنحية. ويكون اختطار نكس قصور الدرقية الخلقي ٥٠% إذا كان من النمط السائد.

٢- التشخيص قبل الولادي:

أ- بالفحص بتخطيط الصدى، وباعتيان الدم الجنيني عبر الجلد لكشف الدراق goitre الجنيني.

ب- بزل السلى: amniocentesis لتحديد تركيز TSH، ويجرى في الثلث الثاني من الحمل عند زوجين معروف أن لديهما عيباً إنزيمياً يؤثر في تشكل اليود (تركيب تيرونين اليود). يكون تركيز TSH في الجنين المصاب مرتفعاً على نحو واضح نسبة إلى سن الحمل.

ج- التشخيص الجيني ممكن بسلسلة إكسونات مُنتقاة مأخوذة من السائل السلوي شريطة أن تكون الطفرة محددة مسبقاً في مخبر بحثي.

التدبير:

بإعطاء صوديوم ل- تيروكسين مع مراقبة دورية للجرعة.

٢- اعتلال المضة السكري diabetic embryopathy

ويسمى أيضاً متوالية خلل التنسج الذيلي (caudal dysplasia sequence)، أو يسمى متلازمة التقهقر الذيلي (caudal regression syndrome).

تتألف المتوالية من نقص تطور العجز والفقرات القطنية ومن تخرب النخاع. وهي تشيع في ولدان الأمهات السكريات، ويقدر تواتر التشوهات الخلقية بين ذرية الأمهات المصابات بالسكري المعتمد على الإنسولين بين ٣ و ٦% من جميع المولودين مسبباً زيادة من ٢-٣ أضعاف نسبتها في المولودين لأمهات غير سكريات.

سبببات المرض:

مجهولة، لكن هناك فرضيات منها إمساخية teratogenicity السكري الأمومي عند الإنسان. كما يفترض وجود آليات إمرضية مُحتملة يغلب أن تكون متعددة العوامل.

وراثيات المرض:

المرض فرادي في أغلب حالاته، وقد ذُكرت حالات عائلية قليلة.

المظاهر السريرية:

تتفاوت شدة الأعراض بين المرضى، وتشمل نقص تطور العجز الذي قد يصل إلى الفقرات القطنية، غياب جسم العجز مما يؤدي إلى تسطح الأليتين، قصر الفلج بين الأليتين، تخرب القسم القاصي من النخاع، مما يسبب اعتلالاً عصبياً يتفاوت بين سلس البول والبراز إلى غياب تعصيب شامل وقصر القطعة السفلية للجسد (الشكل ٢) ناجم عن نقص حركة الساقين من منشأ عصبي. يسهم الوقوع incidence المرتفع لغياب الكلية الأحادي الجانب بالاشتراك مع العجز الحالبى- المثاني في حصول قصور كلوي مزمن.

يرافق الحالات الوخيمة ثني الوركين وتبعيدهما، وتوترات مابضية popliteal webs بسبب نقص الحركة. كما يشيع الحنف القفدي الضحجي Talipes equinovarus والروح العقبي calcaneovalgus.

التوعية الوراثية:

١- اختطار حصول التشوهات الخلقية في رضع الأمهات

المصابات بالسكري المعتمد على الإنسولين:



الشكل (٢): ولید ذكر مصاب بمتوالية التقهقر الذيلي. يلاحظ الطول الطبيعي للقطعة العلوية للجسد وقصر القطعة السفلية مع الوترة المابضية.

الألائل loss of heterozygosity في الجين نفسه في الحالات التي تطورت إلى ميلانوما. يتساوى حدوث المرض بين الجنسين.

الأعراض السريرية:

١- الوحمة ميلانينية الخلايا الخلقية:

تكاثر حميد في الخلايا الميلانينية الجلدية، يتظاهر سريرياً حين الولادة ويصبح واضحاً في الأسابيع الأولى بعدها، ويصيب تقريباً ١٪ من كل الولدان. يختلف حجم الوحمة ميلانينية الخلايا الخلقية بين وليد وآخر، وتصنف بحسب حجمها إلى: صغيرة (قطرها أقل من ١,٥ سم)، متوسطة (قطرها ١,٥-٢٠ سم)، كبيرة أو عملاقة (قطرها أكبر من ٢٠ سم).

تكون وحة الخلية الميلانية العملاقة في بداية التظاهر على شكل لطخات مسطحة بنية اللون أو سوداء - بنية، وقد تصبح مع تقدم العمر مرتفعة تؤلف مظهراً مبقعاً وسطحاً عقيدياً. أكثر ما تتوضع الوحمة على الجذع حيث يسيطر توزع لباس الحمام، ثم الرأس والأطراف. وتكون محدودة بالجلد (الشكل ٣).



الشكل (٣): الوحمة العملاقة ميلانينية الخلايا من نمط لباس الحمام.

من الشذوذات المرافقة للوحمة العملاقة التملن melanosis الجلدي العصبي الذي يتميز بوجود تكاثرات حميدة أو خبيثة في الخلايا الميلانينية في الجملة العصبية المركزية، كما يمكن ملاحظة هذا التملن العصبي بوجود وحات أصغر إذا كان عددها ثلاث وحات فأكثر. من تظاهرات التملن الجلدي العصبي موه الدماغ والنوب وتأخر التطور وشلول الأعصاب القحفية والنخاع المشدود. كما قد يرافق الوحمة - ولا سيما العملاقة منها - تشوه بدائي - ووكرد، والدماغ الأملس وكثرة الأصابع وداء هيرشبرونغ.

١- الاختطار النسبي relative risk (لكل ١٠٠ ولادة حية):

- لحصول تشوهات كبيرة: ٧,٩٪.

- لحصول تشوهات كبيرة في الجملة العصبية المركزية

(ج ع م): ١٥,٥٪.

ب- الاختطارات المطلقة absolute risks (في كل ١٠٠ مولود

حي):

- لحصول تشوهات كبرى: ١٨,٤٪.

- لحصول تشوهات كبرى في ج ع م: ٥,٣٪.

- لحصول تشوهات قلبية وعالية كبرى: ٨,٥٪.

٢- اختطار حدوث تشوهات خلقية في رضع أمهات مصابات بالسكري الحملّي تطلّبن استعمال الإنسولين في الثلث الثالث من الحمل:

١- الاختطار النسبي: يزيد خطر حدوث تشوه كبير في

الجهاز القلبي الوعالي في الرضع لأمهات سكريات بنسبة ٢٠ مرة عما هو في الأمهات غير السكريات.

ب- الاختطار المطلق: ٩,٧٪.

٣- التشخيص قبل الولادي:

١- بمعايرة الهيموغلوبين السكري HbA1c في الحامل في

الثلث الأول من الحمل. فإذا كان أعلى من ٨ كان احتمال

حصول تشوه كبير في الجنين مرتفعاً على نحو واضح.

ب- بتحديد ألفا فيتوبروتين في مصل الأم لتحري وجود عيب في الأنبوب العصبي في الجنين.

ج- تخطيط الصدى للبحث عن تشوهات الجنين واضطراب نموه.

التعبير:

ضبط السكر قبل الحمل وفي أثنائه. توليد الجنين بين الأسبوعين ٣٥ و ٣٧ من الحمل بعملية قيصرية، ووضع الوليد في العناية المركزة من أجل الرعاية المكثفة.

٣- الوحمة الخلقية العملاقة ميلانينية الخلايا giant

congenital melanocytic nevus

أحد أدواء الأورام العابية hamartomatosis المرتبطة بالخلية الميلانية في الجلد والأم الحنون العنكبوتية pia mater-arachnoid. وهي آفة خلقية مشوهة، تحمل في طياتها احتمال الاستحالة إلى ميلانوم في الجلد. يقدر وقوع الوحمة العملاقة (قطرها أكبر من ٢٠ سم) بـ ١/٢٠٠٠٠ ولادة حية. أما وقوع وحة لباس الحمام bathing suit distribution فيقدر بـ ١/٥٠٠٠٠ ولادة حية.

سبببات المرض:

طفرات جسدية في جين NRAS، كما أثبت فقد تخالف

الأنبوبية ولا سيما العضدين، يد صغيرة تشبه الرمح ثلاثي الشعب trident، وتكون الأصابع متشابهة في الطول، والسلاميات الوسطى والدانية قصيرة، عنق الفخذ قصير، حركة بسط المرفق محدودة. كما يعاني المريض نقص توتر خفيفاً في العضلات، ويغلب أن يكون التطور الحركي بطيئاً على الرغم من أن الذكاء يكون طبيعياً عادة (الشكل ٤).



الشكل (٤): رضيع مصاب بمتلازمة الودانة. يلاحظ كبر الرأس، بروز الجبهة، قصر العضدين، أصابع قصيرة تشبه الرمح ثلاثي الشعب.

التوعية الوراثية:

- ١- اختطار عودة المرض عند شقيق المريض منخفض جداً إذا كان الوالدان سليمين.
- ٢- اختطار عودة ظهور المرض عند شقيق المريض ٥٠٪ إذا كان أحد الوالدين مصاباً.
- ٣- اختطار ظهور مرض الودانة في ذرية المريض ٥٠٪.
- ٤- التشخيص قبل الولادة:
 - أ- تخطيط الصدى قبل الولادة: يُظهر نقصاً في نمو الأطراف عن المعدل، وزيادة في القطر بين الجداريين، وانخفاض جسر الأنف وذلك في الثلث الثالث من الحمل.
 - ب- التشخيص الجيني قبل الولادي ممكن حين الشك في التشخيص.
 - ج- التدبير: عرضي وأدوات مساعدة خاصة، كتعديل المقاعد لتلائم صغر حجم المريض، وجراحة تقويمية للحجاب.

٥- متلازمة برون بيلي prune-belly syndrome

تتألف المتلازمة من غياب عضلات البطن وتشوهات السبيل البولي واختفاء الخصيتين. يقدر الوقوع بـ ١/٣٥٠٠٠ - ٥٠٠٠ ولادة حية.

وراثيات المرض وعيويه الأساسية:

- ١- جميع الحالات فردية مجهولة السبب.
- ٢- الإمراضية: ينجم نقص تنسج جدار البطن عن أذية غير نوعية نتيجة توسع بطن الجنين. ينجم توسع بطن

المرض مشوّه عادة، وتحمل الوحمة العملاقة اختطار تطورها إلى ميلانوما خبيثة بنسبة تراوح بين ٤ و ٤٢٪ (زيادة ١٤ مثلاً لحدوث ميلانوما جلدية وخارج جلدية في غير المصابين بالوحمة العملاقة).

التشخيص:

بالخزعة وتصوير الدماغ بالمرنان.

التدبير:

يوصى بالاستئصال الجراحي المبكر والتام بسبب اختطار الخباثة الذي يمتد مدى الحياة. ويختلف الإجراء الجراحي والتجميلي بحسب حجم الوحمة وتوضعها. ولم ينجح العلاج بالليزر بسبب عمق الإصابة.

التوعية الوراثية:

يزداد اختطار إصابة شقيق المريض بنسبة غير محددة بالضبط، كما يزداد احتمال إصابة ذرية المريض بنسبة غير محددة أيضاً.

لم يذكر حصول تشخيص قبل ولادي للوحمات الخلقية، لكنه ممكن بتنظير الجنين.

٤- الودانة Achondroplasia

هي خلل في التنسج الغضروفي chondrodysplasia، يقترب تواترها من ١/١٥٠٠٠ ولادة حية. تتكون المتلازمة من أطراف قصيرة، انخفاض جسر الأنف، تضيق ذيل قناة السيساء.

وراثيات المرض:

يورث المرض بطريقة صبغية جسدية سائدة، لكن أكثر من ٩٠٪ من الحالات فردية تنجم عن طفرة جديدة مرتبطة بتقدم عمر الأب. حدّد في جميع المرضى المصابين بالودانة وجود طفرات في الجين المرمز لمستقبل عامل نمو الأرومة الليفيّة (FGFR 3 fibroblast growth factor receptor 3) المتوضع في ٤p16.3. أظهرت إحدى الدراسات وجود طفرة واحدة من نمط الاستبدال في كل حالات الودانة، مما يفسر التماثل الشديد للنمط الظاهري بين المرضى.

المظاهر السريرية:

القامة قصيرة، يبلغ وسطي طول الكاهل الذكر ١٢٤ ± ٦,٥ سم، والأنثى ١٣١ ± ٩,٥ سم. الرأس كبير megalcephaly، الثقبة العظمى foramen magnum صغيرة، جسر الأنف منخفض والجبهة بارزة، الأجسام الفقرية مكعبة الشكل صغيرة ذات سويقات pedicles قصيرة، وتضيق المسافات بين السويقات القطنية تضيقاً مترياقاً، قعس lordosis قطني، حدّاب kyphosis قطني صدري خفيف، صغر جناحي الحرقفة مع ضيق الثلمة الوركية الكبيرة، قصر العظام

١- علامات المرونة البطنية الجنينية (علامة بطنية مميزة)، ترافقها شذوذات السبيل البولي الجنيني.

ب- توسع المثانة والإحليل.

ج- اختفاء الخصيتين.

د- قلة الصماء (قلة السائل السلوي) Oligohydramnios.

التدبير:

عرضي بحسب الإصابة.

٦- متلازمة دولانج De Lange syndrome

تتألف المتلازمة من اقتران الحاجبين، وشفة علوية رقيقة متجهة للأسفل، وصغر الطرف. يقدر انتشارها بـ ١/١٠٠٠٠ ولادة.

السبب:

تنجم هذه المتلازمة عن طفرات في واحد من ثلاثة جينات لها علاقة بتشكيل الـ cohesin (معقد بروتيني مسؤول عن ربط شقي الصبغيين المتأخيين sister chromatids).

١- تسبب الطفرات في جين NIPBL المتوضع في 5p13 ٥٠% من الحالات، في حين تسبب الخبثون deletions ٥٠% يقوم هذا الجين بعمله بطراز صبغي جسدي سائد، لكن معظم الحالات فردية. وهناك تغير واضح في التعبير عن المرض.

٢- والطفرات في جين SMC1L1 المتوضع في الصبغي Xp11.22 مسؤولة عن ٥% من الحالات، وتنتقل طفراته بطريقة مرتبطة بالإكس، وهي مسؤولة عن العديد من الحالات العائلية والعديد من الحالات الخفيفة.

٣- نُشرت حالة واحدة ناجمة عن طفرة في جين SMC3 المتوضع في 10q25.

تكون الطفرات في الجينات الثلاثة السابقة الذكر كاملة الانتفاذ. تزيد mosaicism الخلايا الجنسية مسؤول عن نحو ٤% من الإصابات العائلية. من المتوقع أن تكون هناك طفرات في جينات أخرى مرتبطة بتشكيل cohesin، مسؤولة عن نحو ٥٠% من الحالات التي لم يتم فيها تحديد طفرات في الجينات الثلاثة السابقة.

المظاهر السريرية:

فشل نمو قبل و/أو بعد الولادة، خداج، نقص القدرة على البلع والمص، بكاء منخفض الصوت في سن الوليد قد يستمر حتى سن الرضاع، فرط توتر عضلي، تأخر تطور شامل، شعرانية، جلد مرمرى Cutis marmorata، زراق حول الحجاج. أما المظهر القحفي الوجهي المميز فيتألف من صغر الرأس، وقصر الرأس، والجبهة المشعرة، ووجه يشبه القناع (متجهج، خالٍ من التعابير)، وتباعد العينين، وشقوق جفنية مائلة

الجنين عن انسداد السبيل البولي، وهو السبب الأكثر شيوعاً للمتلازمة. كما يسبب انسداد الإحليل توسع مثانة الجنين مما يُضعف عضلات جدار البطن.

الملامح السريرية:

ثمة طيف واسع لوخامة المرض. يحدث نحو ٩٥% من الحالات في الذكور. يسمى وجه المريض وجه Potter، وهو يتميز بصغر الفك السفلي، وتباعد العينين، وأذنين كبيرتين منخفضتي التوضع غائبتا الغضروف. أما البطن فتغيب فيه العضلات غياباً جزئياً أو كاملاً. ويكون جدار البطن رقيقاً مرناً متبارزاً مجعد الجلد، ترى من خلاله الحركات المعوية. وتشمل التشوهات البولية التناسلية انسداد الإحليل، وتضخم المثانة أو توسعها، والإكشاف الذرقي (الانقلاب للخارج) cloacal exstrophy، والإكشاف المثاني، واختفاء الخصية ثنائي الجانب، والخنوثة الكاذبة في الإناث (الشكل ٥).



الشكل (٥): وليد مصاب بمتلازمة برون بيلي. يظهر جدار البطن المرن الرقيق.

الإنذار:

معدل الوفيات مرتفع - على الرغم من طول حياة المصاب - بسبب الفشل الكلوي والخمج البولي الثانوي والمضاعفات الرئوية.

التشخيص:

يتم بتخطيط الصدى وتصوير الكليتين والمثانة الشعاعي، ويجرى تحليل الصبغات حين وجود تشوهات متعددة.

التوعية الوراثية:

١- اختطار نكس المرض:

أ- في شقيق المريض: غير مزداد ما لم يكن المرض موروثاً بطريقة صبغية جسدية متنحية (الذي ما زال غير واضح).

ب- في ذرية المريض: غير مزداد.

٢- التشخيص قبل الولادي: يتم بتخطيط الصدى.

للأسفل، واقتران الحاجبين synophrys، واستدارة زاويتي الفم للأسفل، واضطرابات سنية وعينية (الشكل ٦).



الشكل (٦): رضيع مصاب بمتلازمة دولانج. يلاحظ مظهر الوجه المميز وقصر الطرفين العلويين.

وتبدو اضطرابات الأطراف بقصر الطرفين العلويين، وارتفاق الأصابع، وصغر اليدين. وفي الطرفين السفليين يبدو صغر القدمين، وارتفاق أصبع القدمين الثانية والثالثة، والقدم المسطحة. أما التشوهات العصبية فهي التخلّف العقلي متفاوت الشدة، ونوب الاختلاج، ونقص السمع.

التشخيص:

بالتصوير الشعاعي وتخطيط الصدى وتخطيط الدماغ الكهربائي.

تكشف طفرات الجينات الثلاثة السابقة في نحو ٥٠٪ من المرضى.

التوعية الوراثية:

١- اختطار النكس:

١- في شقيق المريض: ١-٤٪ بسبب احتمال وجود تزريق الخلايا التناسلية.

ب- في ذرية المريض: ٥٠٪.

٢- التشخيص قبل الولادة: بتخطيط الصدى الذي يكشف تشوهات مميزة للمتلازمة في الجنين. التشخيص الجزيئي ممكن إذا كانت الطفرة معروفة في العائلة.

التدبير:

عرضي متعدد الاختصاصات.

٧- متلازمة ستيرج وبيير Sturge-Weber syndrome

اضطراب وعائي فرادي، يتكون من تشوه وعائي شعيري capillary خمري اللون في الوجه، ومن شدوذ في أوعية الدماغ، ومن ورم وعائي في السحايا الرقيقة، وشدوذ الأوعية الدموية في العين يسبب الزرق. يتظاهر المرض بنوب صرع، خزل شقي، نوب شبيهة بالسكتة الدماغية، صداع، تأخر تطور. يصاب بالمرض نحو ١/٥٠٠٠٠ ولادة حية.

المسببات:

يشير الوقوع الفرادي والطبيعة البؤرية لمتلازمة ستيرج وبيير إلى وجود طفرات جسدية. حدّدت سُلْسَلَة كامل مجين whole-genome sequencing دنا جلد مستخلص من مريض وآخر سليم تغييراً في نوكلويوتيد واحد في جين GNAQ. وقد أُثبتت هذه الطفرة في عينات الأنسجة المصابة في ٨٨٪ من أترابية cohort كبيرة من مرضى المتلازمة، إضافة إلى ٩٢٪ من المشاركين ذوي البقع الخمرية غير المتلازمة. توحي الدراسات بقوة أن المرض ناجم عن طفرات متريقة mosaic في جين GNAQ.

تؤدي هذه الطفرة إلى تطور شاذ في السرير الوعائي المضغي في المراحل المبكرة من تطور الوجه والدماغ. ويبدو أن الورم الوعائي angiomas متخفّض الجريان في السحايا الرقيقة يؤدي إلى حالة مزمنة من نقص الأكسجة تسبب الضمور القشري والتكلسات.

التظاهرات السريرية:

تكون البقعة الخمرية ظاهرة حين الولادة، وهي أحادية الجانب، تشمل دائماً أعلى الوجه والجفن في توزع يتماشي مع توزع الفرع العيني من العصب مثلث التوائم (الشكل ٧). وقد يكون الجلد الخمري واضحاً أيضاً على أسفل الوجه والجذع ومخاطية الفم والبلعوم. من المهم الملاحظة أن وجود البقعة الخمرية على وجه طفل يعني دائماً أنه مصاب بمتلازمة ستيرج وبيير حتى إن كان لا يحمل الطفرة المسببة للمرض. فقد ذكرت الدراسات أن الوقوع العام لمتلازمة ستيرج وبيير هو بين ٨ و ٣٣٪ من الأطفال ذوي البقعة الخمرية. تشيع

حيوانات التجربة استنتج العلماء أن المرض ناجم عن تعوق التروية الدموية والنزف البؤري الذي يحدث في أثناء تطور القوسين الخيشوميتين الأولى والثانية.

التظاهرات السريرية:

تتكون المظاهر السريرية من مجموعات مختلفة من التشوهات التي تميل إلى أن تكون غير متناظرة، وتكون في ٧٠% من الحالات وحيدة الجانب.

تتكون المظاهر في الوجه من نقص تنسج الناحية الوجنية، والفك العلوي والفك السفلي ولا سيما لقمة الفك السفلي والمفصل الفكي الصدغي، شدق macrostomia (توسع شبيه بالفك في زاوية الفم).

التظاهرات في الأذن: صغر صيوان الأذن، طغوات tags أو وهدات pits أمام الأذن، تشوه الأذن الوسطى مع صمم متفاوت الشدة.

وفي الفم: نقص إفراز الغدة النكفية أو غيابه، تشوهات في بنية اللسان أو وظيفته، حنك مشقوق، سوء وظيفة الحنك الرخو.

وفي الفقرات: فقرات نصفية أو نقص تنسج الفقرات، أكثر ما تظهر في الفقرات الرقبية.

في الجهاز العصبي المركزي: موه الرأس، قيلة دماغية قذالية، توسع البطينات، كيسة جلدانية داخل القحف، كثرة التلافيف polymicrogyria. تشاهد أحياناً في العين كيسة جلدانية فوق المقلة Epibulbar dermoid (الشكل ٨)، كيسة جلدانية شحمية lipodermoid، ثلمة في الجفن العلوي، صغر العين.

وفي القلب عيوب حاجزية أذينية وبطينية.

وفي الجهاز البولي التناسلي كلى ملتحمة أو منتبذة، وجزر مثاني حالبية.

تلاحظ الجلديات الشحمية فوق المقلة في ج، وصغر الأذن والفك السفلي في د.

الحالة العقلية طبيعية عادة، لكن قد يشاهد تخلف عقلي، تأخر نطق، ذاتوية.

في الجهاز التنفسي: تشوه الحنجرة، نقص تنسج أو لا تنسج الرئة، تليين الرغامى بسبب الانضغاط الوعائي الخارجي.

التدبير:

تستطع الجراحة الاستثنائية Reconstructive.

التوعية الوراثية:

١- اختطار النكس:



الشكل (٧): رضيع مصاب بمتلازمة ستيرج-وير. تلاحظ البقعة الخمرية على الجانب الأيمن من الوجه.

ضخامة المقلة Buphthalmos والزرق في المصابين بهذه المتلازمة. كما يشيع الصرع الذي يظهر عادة في السنة الأولى من العمر، وقد يحدث خزل شقي بطيء الترقى.

التشخيص:

يتم بتصوير الدماغ بالمرنان مع الحقن الذي يظهر الورم الوعائي في السحايا الرقيقة، وتشيع رؤية اضطرابات المادة البيضاء في دماغ المصابين، ويعتقد أنها ناجمة عن نقص الأكسجة المزمن. كما يظهر الزرق بفحص العين.

التدبير:

عمرسي متعدد الاختصاصات.

التوعية الوراثية:

١- اختطار النكس:

أ- عند شقيق المريض: منخفض.

ب- في ذرية المريض: منخفض.

٢- التشخيص قبل الولادة: لم يجر سابقاً.

٨- متلازمة غولدنهار Goldenhar syndrome

تسمى أيضاً خلل التنسج الفقري الأذني العيني-oculo auriculo-vertebral spectrum، وهو اضطراب شائع نسبياً يصيب نحو ١/٥٠٠ ولادة حية. يتكون المرض من صغر نصف الوجه، صغر الفك السفلي، تشوهات أذنية، كيسات جلدانية فوق المقلة.

سبببات المرض مجهولة، ويرجح أن تكون متغايرة الجينات. الحالات فردية عادة. وتميل التشوهات حين تكون أحادية الجانب إلى أن تكون في الجانب الأيمن. ذكر في بعض الحالات أن المرض رافقه السكري الأمومي، كما رافق الاضطراب في ثلاث حالات خبن في الذراع الطويلة من الصبغي (22q11.2 del). وبناءً على دراسات أجريت على



الشكل (٨): طفلان مصابان بخلل التنسج الفقري الأذني العيني.

لهذه المتلازمة الفردية والعائلية.

المظاهر السريرية:

يشاهد في أقل من ٥٠% من المرضى الثلاثية triplet الأعراضية التالية: رقبة قصيرة وتواء، انخفاض خط الشعر الخلفي، تحدد حركة الرقبة (الثني الوحشي والدوران) المرافق لالتحامات فقرية الشكل (٩).

كما يشاهد عدم تناظر الوجه والصعّر. ومن التشوهات المرافقة: الجنف الخلقي، تشوه Sprengel (ارتفاع الكتف الخلقي الناجم عن توقف الهجرة الطبيعية لذيل الكتف، نقص تنسج الكتف، تثبيت الكتف). كما قد يعاني المريض اعتلال السمع، حركات تصاحبية synkinesia (حركات المرأة)، تشوهات كلوية، تشوهات قلبية ولاسيما الفتحة بين البطينين.

أ- عند شقيق المريض: يقدر اختطار النكس التجريبي بـ ٢٪.

ب- عند ذرية المريض: اختطار النكس مجهول.

٢- يتم التشخيص قبل الولادي بفحص الجنين بتخطيط الصدى: الذي تلاحظ فيه التشوهات المميزة للمرض.

٩- متلازمة كليبل - فايل Klippel-Feil syndrome

تلتحم في هذه المتلازمة التشوهية الفقرات الرقبية، وقد يلاحظ وجود فقرات نصفية وعيوب فقرية أخرى ورقبة وتواء webbed وصعّر torticollis، و/أو عدم تناظر الوجه. يقترب تواتر المتلازمة من ١/٢٠٠٠ ولادة، ونسبة إصابة الإناث بالمرض ٦٥٪.

السببيات:

الحدوث فرادي ينجم عن طفرة في الجين (GDF 6) المتوضع على الصبغي ٨، مع عيوب التقطع الفقري المسببة



الشكل (٩): طفلة مصابة بمتلازمة كليبل- فايل تبدي صعراً ورقبة وتواء متبسة.

عادة وحيدة الجانب.

- ٢- دوال ذات توزع غير معتاد، ولا سيما التشوه الوريدي الجانبي الملاحظ في سن الرضاع أو الطفولة الذي يبدأ على شكل ضفيرة من الأوردة تظهر على ظهر القدم وجانبها الوحشي، وتمتد باتجاه الأعلى مسافات متفاوتة.
- ٣- ضخامة طرف: واحد عادة، يكون الطرف السفلي في ٩٥% من الحالات، والعلوي في ٥%، وفي كليهما في ١٥% من الحالات الشكل (١٠).



الشكل (١٠): رضيع مصاب بمتلازمة كليبل - ترينوني.

التدبير:

يبدو المريض بصحة جيدة من دون أي علاج أو مع الضغط المرن بوساطة رباط ضاغط فقط، وقد يكون هناك نمو غير متناسب قد يتطلب العلاج الجراحي. يجب البحث عن تشوهات وعائية في أجهزة الجسم المختلفة ومعالجتها حين الحاجة.

التوعية الوراثية:

- ١- اختطار النكس عند شقيق للمريض وفي ذرية المريض غير مزاد (إذا استُثْنيت الحالات الصبغية الجسدية العائلية).
- ٢- التشخيص قبل الولادة: يتم بتخطيط الصدى الذي يكشف ضخامة طرف غير متناظرة، ترافقها آفات كيسية مفردة أو متعددة جلدية أو تحت الجلد.
- ٣- التصوير بالمرنان MRI: الذي يكشف ضخامة طرف، وأوراماً وعائية متعددة تحت الجلد أو باطنة، وآفات الأنسجة الرخوة.

١١- متلازمة ماكون - البرايت McCune-Albright syndrome

تتألف من خلل تنسج ليفي في عدة عظام، وبلوغ مبكر ويقع قهوة مع الحليب، واعتلالات غدية صماوية أخرى بسبب

التشخيص والتدبير:

يجب إجراء التصوير الشعاعي الجانبي للسياء الرقبي بوضعتي البسط والعطف لجميع المرضى لتحديد حركة كل حيز بيني مفتوح. سريراً غالباً ما يحافظ على البسط والعطف في حين وجود حيز بيني واحد مفتوح فقط. يتعرض المرضى المصابون بفرط الحركة في القطعة الرقبية العلوية لاختطار حدوث اعتلال عصبي، ويجب تقييمهم مرة واحدة سنوياً على الأقل، ويجب أن يتجنبوا الفعاليات المصيفة. كما يتعرض المصابون بفرط حركة القطعة الرقبية السفلية لاختطار إصابتهم بداء القرص التنكسي، ويجب معالجتهم أعراضياً. يعاني ثلث المرضى تقريباً من أعراض مرتبطة بالسياء الرقبي.

التوعية الوراثية:

- ١- اختطار النكس غير مزاد عند شقيق للمريض، وغير مزاد كذلك عند ذرية المريض.
- ٢- التشخيص قبل الولادة: صعب بتخطيط الصدى، لكنه ممكن بتحري طفرات جين GDF6 في دنا الجنين الذي يؤخذ من بزل السلى أو خزعة الزغابات المشيمائية CVS شريطة المعرفة المسبقة للطفرة في العائلة.

١٠- متلازمة كليبل - ترينوني Klippel-Trenaunay

syndrome

وُصفت أكثر من ١٠٠٠ حالة من هذه المتلازمة بين عامي ١٩١٨ و ١٩٩٨. تتكون المتلازمة من ثلاثية مؤلفة من وحة شعرية capillary nevus، دوال varicosities مبكرة الظهور، ضخامة أنسجة وعظام الطرف المصاب.

السيببات والوراثيات:

سبب هذا الاضطراب مجهول، ويحدث بطراز فرادي، على الرغم من أن بعض التقارير ذكرت حدوث عدة حالات عائلية انتقلت بطريقة صبغية جسدية سائدة.

لوحظ أن طفرات الجين RASA1 ترافق التشوه الشعيري والتشوه الوريدي الشرياني، وكان على الأقل لدى واحد من المصابين نمط ظاهري يتماشى مع متلازمة كليبل - ترينوني. كما دُكر في مريض مصاب بمتلازمة كليبل - ترينوني وجود إزفاء صبغي يشمل على ما يبدو موضع جين RASA1.

المظاهر السريرية:

تتكون المظاهر السريرية من الثلاثية الأعراضية التالية:

- ١- تشوهات وعائية مختلطة الأنماط: (شعيرية، وريدية، لمفية)، بطيئة التوسع تظهر في أي ناحية من الجسد، لكنها تشيع في الساقين والأليتين والبطن وأسفل الجذع، وتكون

اللسان والعملاقة. يقدر وقوع المتلازمة بـ ١/١٣٧٠٠ ولادة حية.

وراثيات المرض وعبويته الأساسية:

١- معظم حالات المرض فرادية، لكن كان الانتقال في نحو ١٠-١٥٪ من الحالات بطراز صبغي جسدي سائد مع أفضلية للانتقال من الأم.

٢- تنجم متلازمة م ب ف عن خلل في التوازن الكمي لعدد من الجينات المتعنقدة clustering في الذراع القصيرة من الصبغي (11p15).

تتدخل في سبببات المرض كل من العوامل الجينية (تبدل في بنية الجين أو في عدد نسخه)، والعوامل فوق الجينية epigenetic (العوامل التي تؤدي إلى تأثير في وظيفة الجين أو في تعبيره من دون تغيير في بنيته). يمكن للعوامل الجينية أن تؤثر في حين لا تؤثر العوامل فوق الجينية.

الأعراض السريرية (الشكل ١١):

نمو مفرط يبدأ في النصف الثاني من الحمل. عملاقة ناجمة عن الكتلة العضلية الكبيرة وثخانة النسيج تحت الجلد، فرط تنسج شقي في الجسد. التطور النفسي الحركي للمصاب طبيعي في غياب تضاعف القطعة الصبغية 11p15، أو في غياب المضاعفات حول الولادة الخطرة، كالخداج أو نقص سكر الدم المعند. أما التظاهرات الوجهية القحفية فهي كبر اللسان، بروز العينين، تجعدات تحت الحجاج، توسع اليوافيخ، تشوه صيواني الأذنين. الكليتان كبيرتان فيهما خلل



الشكل (١١): وليد مصاب بمتلازمة بيكويث-فايدمان.

فرط نشاطها. يقدر وقوع هذا الاضطراب الجيني بين ١/١٠٠٠٠٠ و ١/١٠٠٠٠٠ ولادة حية.

سبببات المتلازمة ووراثياتها:

تورث المتلازمة بطريقة فرادية، تنجم عن طفرات جسدية غير موروثية، تحدث بعد تشكل اللاقحة postzygotic في جين guanine nucleotide-binding protein alpha subunit (GNAS1).

تسبب الطفرة فرط نشاط إنزيم cyclic adenosine monophosphate (cAMP) منبهة النمو ووظيفة الغدد التناسلية وقشر الكظر وحدوث تجمعات الخلايا النخامية والأرومات العظمية والخلايا الميلانية. تختلف الأعراض بين الأفراد المصابين بحسب نسبة الخلايا الطافرة والسليمة، وبحسب الأنسجة المصابة، فكلما حدثت الطفرة مبكراً بعد الإلقاح كانت الأعراض أشد وأكثر انتشاراً. تكون معظم الطفرات نقطية (Arg201His or Cys).

التظاهرات السريرية:

تتنوع الأعراض تنوعاً كبيراً في المرضى، وأهمها خلل تنسج ليفي في عدة عظام، تصبغ جلدي بقعي ولُوغ جنسي مبكر مستقل عن موجهة الغدة التناسلية. يعد البلوغ المبكر أكثر ملمح غدي صماوي شيوعاً، ونقطة علام لمتلازمة ماكون - البرايت، ويشاهد في الإناث أكثر مما يشاهد في الذكور (نسبة الإناث < ٥٠٪، الذكور: ١٥٪). تتجلى الإصابة الهيكلية بمناطق متعددة من خلل التنسج الليفي الذي يصيب العظام الطويلة والحوض بنسبة كبيرة، ويكون عادة أحادي الجانب، يظهر بالتصوير الشعاعي. يصيب خلل التنسج الكراديس metaphyses والأجْدال diaphyses ويعف عن المشاشات epiphyses. تتجلى الإصابة الجلدية بتصبغ غير منتظم أكثر ما يُشاهد فوق العجز والأليتين والنقرة وأعلى الظهر، ويكون توزعها أحادي الجانب في ٥٠٪ تقريباً من المرضى.

التوعية الوراثية:

- ١- اختطار عودة المرض عند شقيق للمريض غير مزداد؛ لأن المتلازمة تنجم عن طفرة جسدية.
- ٢- اختطار ظهور المرض في ذرية المريض غير مزداد.
- ٣- لم يذكر حدوث تشخيص قبل الولادة.
- ٤- التدبير: بالرعاية الطبية الدوائية والجراحية بحسب الإصابة الغدية.

١٢- متلازمة بيكويث-فايدمان (م ب ف)-Beckwith-Wiedemann syndrome

تتألف هذه المتلازمة من فتق سري exomphalos، وكبر

المظاهر السريرية:

يعد نمو الجسد المفرط قبل الولادة وبعدها من الملامح الرئيسية للمتلازمة. يتظاهر هذا النمو المفرط بمخطط نمو أكبر من سن الحمل حين الولادة، نمو سريع ولاسيما في السنوات ٣-٤ الأولى، تقدم العمر العظمي نسبة إلى العمر الزمني للمريض. يتأخر التطور النفسي والحركي، ويعاني المصاب تخلفاً عقلياً بدرجات متفاوتة، ويفقد السيطرة على الحركات الدقيقة، ويجد الوليد المصاب صعوبات في التلاؤم و/أو الإطعام.

من الملامح الوجهية المميزة الرأس الكبير المتطاول، الجبهة المتبارزة، التباعد المفرط بين العينين، ميل الشقين الجفنيين إلى الأسفل، الحنك الحاد التقوس، البزوغ المبكر للأسنان، الدقن المدبب.

من التظاهرات العصبية نقص التوتر العضلي والنوب والمشية الخرقاء clumsy gait، يرافق ذلك شذوذات مختلفة في بنية الدماغ. يصاب نحو ٤٠٪ من المرضى بأورام حميدة أو خبيثة. قد يعاني بعض المرضى عيوباً قلبية، كلوية، هضمية، عينية. كما قد يعاني مرضى آخرون التُفاسات.

التوعية الوراثية:

١- اختطار عودة ظهور المرض عند شقيق للمريض:

أ- ينجم المرض عند معظم الأفراد عن طفرة جديدة.

ب- لم يُذكر ظهور أشقاء مصابين إذا كان الوالدان سليمين.

٢- اختطار ظهور المرض في ذرية المريض: يبلغ ٥٠٪ كما في الأمراض الصبغية الجسدية السائدة.

٣- التشخيص قبل الولادة:

أ- يتم بتخطيط الصدى الذي يجري في الثلث الثالث من الحمل. يكشف تخطيط الصدى فرط نمو الجنين، كبر الرأس، ضخامة البطيئات، موه السلى Polyhydramnios.

ب- يتم بالتحليل الجزيئي للطفرة الذي يجري على دنا الجنين، شريطة توثيقها على فرد مصاب في العائلة.

ج- التشخيص الجزيئي قبل التعشيش ممكن إذا تم تحديد الطفرة في العائلة.

٤- التدبير: غير نوعي وإنما داعم.

١٤- متلازمة أبيرت Apert syndrome

تسمى أيضاً تَسَنَمُ الرأس وارتفاق الأصابع acrocephalosyndactyly. تتكون المتلازمة من تعظم دروزباكر غير منتظم، ونقص تنسج أوسط الوجه، وارتفاق الأصابع، وسلامى قاصية عريضة لإبهام اليد والقدم. يقدر وقوع

تنسج لبي، والمعثكلة مفردة التنسج، والقلب متضخم. بتصوير العظام الشعاعي يبدو العمر العظمي متقدماً عن العمر الحقيقي للمصاب. من التظاهرات الأخرى نقص سكر الدم في مرحلة سن الرضاع المبكرة، كثرة الكريات الحمر في الوليد، فتق سُري أو تشوهات سُرية أخرى، افتراق العضلتين البطنيتين المستقيمتين، اختفاء الخصيتين، عيوب قلبية. يبلغ الاختطار العام لحدوث الأورام في الأطفال المصابين ٧٠٪، وقد تكون هذه الأورام حميدة أو خبيثة.

التشخيص:

يتم بالأعراض السريرية والمخبرية، ويمكن إثباته بالتحاليل الجينية.

التوعية الوراثية:

١- اختطار ظهور المرض عند شقيق للمريض: منخفض

إذا كان المستلقت فريداً في العائلة، ويصبح الاختطار ٥٠٪ إذا كان أحد الوالدين مصاباً، و ٥٠٪ إذا كانت أم المريض تحمل شذوذاً صبغياً (إزفاء أو انقلاباً) يشمل الجين 11p15.

٢- اختطار ظهور المرض في ذرية المريض:

أ- حين عدم وجود قصة عائلية، والنمط النووي karyotype طبيعي (يؤلف المصابون نحو ٨٥٪ من مرضى م ب ف): تختلف درجة الاختطار باختلاف السبب الجيني للمرض.

ب- إذا كانت القصة العائلية إيجابية، والنمط النووي طبيعياً (يؤلف المصابون ١٥٪ من المرضى) تكون درجة الاختطار:

٥٠٪ إذا كان الناقل للمرض أماً.

٥٠٪ إذا كان الناقل للمرض أباً.

٣- التشخيص قبل الولادي: يستطب في العائلات التي لديها طفل مصاب بالشكل الشديد للمرض.

١٣- متلازمة سوتوس Sotos syndrome

تسمى أيضاً العملاقة الدماغية، تتألف من كبر حجم الجسد، كبر اليدين والقدمين، سوء تنسيق حركي. يقدر وقوع المتلازمة ب ١/١٠٠٠-٥٠٠٠ ولادة حية.

وراثيات المرض وعيوبه الأساسية:

١- الوراثة في هذه المتلازمة فرادية في ٩٨٪ من حالاته، وصبغية جسدية سائدة في عدد قليل من العائلات، وافترض الوراثة الصبغية الجسدية المتنحية في بعض الحالات.

٢- سبب معظم الحالات طفرات أو خبن في جين nuclear receptor binding SET-domain-containing protein (NSD1) المتوضع في 5q35. يرافق الخبون في هذا الجين تخلف عقلي أشد، وتشوهات بنوية أكثر.

١٥- رابطة فانتر VATER association

مختصر الأحرف الأولى من اجتماع العيوب الولادية التالية: فقرية (V) Vertebral ورتق الشرج (A) Amal atresia ناسور رغامى مريئي مع رتق المريء Tracheo- Esophageal (TE) وعيوب كلوية Renal أو كعبرية (R) Radial (الشكل ١٢). وسعت الرابطة بإضافة C وL لتصبح VACTERL، تدل فيها على عيوب قلبية Cardiac، وعلى عيوب الأطراف Limb. كما ذكر مع هذه الرابطة شذوذات مرافقة أخرى منها: فشل النمو، تشوه الأذنين، تشوهات هضمية، تشوهات تناسلية، تشوهات عصبية، تشوهات تشيع في رابطة Charge.



الشكل (١٢): وليد مصاب برابطة VATER

يوضع التشخيص في الرضيع إذا توفر لديه ثلاثة من العيوب الرئيسية السبعة المذكورة. يقترب معدل وقوع الرابطة من ١٠٠٠٠/٢ مولود حي.

السيببات:

أسباب الرابطة جينية متغايرة:

١- معظم الحالات فردية ومعزولة ومجهولة السبب الجيني.

٢- الحالات العائلية الأحادية الجين نادرة (مثل ترابط VATER/VACTERL المرافق لموه الدماغ hydrocephalus، يتوضع جينه الطافر في الصبغي ١٠، وينتقل بطراز صبغي جسدي متنح، ورابطة VATER الناجمة عن الطفرة السائدة المتوضعة على الصبغي ٢).

٣- تكون بعض حالات الرابطة ضمن متلازمات معروفة.

٤- يزداد تواتر المرض بين رضع الأمهات السكريات.

الأساس الجزيئي للرابطة:

ذكرت تقارير حديثة وجود خيون دقيقة microdeletions

وراثيات المرض:

مع أن المرض صبغي جسدي سائد تكون معظم حالاته فردية تنجم عن طفرة جديدة، وتترافق وتقدم عمر الأب. الجين الطافر في هذه المتلازمة هو جين مستقبلية عامل نمو الأرومة الليفيية 2٢ fibroblast growth factor receptor 2 (FGFR2) المتوضع في 10q25-26. والطفرة المغلطة مسؤولة عن أكثر من ٩٨% من الحالات.

المظاهر السريرية:

يكون وسطي طول المريض ووزنه حين الولادة أعلى من الوسطي الطبيعي، ويتباطأ النمو الطولي في سن الطفولة، ويزداد ذلك وضوحاً بعد سن المراهقة. تعاني نسبة مهمة من المرضى التخلف العقلي. تلتحم الدروز باكراً ويكون الرأس قصيراً متسماً brachy-turricephaly (الجيبة عالية والقذال مسطح)، الوجه مسطح، الحجاجان ضحلان (غير عميقين)، العينان مفرطتا التباعد، الشقان الجفنيان مائلان للأسفل، الأنف صغير، الحنك ضيق ذو تلم على خطه الناصف مع شق أو من دون شق، الأسنان مشوكة. في الأطراف: ارتفاق أصابع عظمي أو جلدي مع درجات متفاوتة من الالتحام (التحام جزئي إلى تام بين الأصابع)، وتكون السالامية القاصية من إبهامي اليدين عريضة ويوضع رُوحِي valgus، ارتفاق جلدي بين جميع أصابع القدمين مع ارتفاق عظمي أو من دون ذلك. ويعاني المرضى في سن المراهقة العدُ acne المتوسط، أو الشديد. تظهر بتصوير الدماغ تشكيلة من التشوهات في الجملة العصبية المركزية تضم غياب الجسم الثفني وتوسعاً في البطينات وموهاً مترقياً في الرأس وشذوذات في التلافيف وتضخم الدماغ megalencephaly والتحام الفقرات الرقبية، والتحام العظمين الكعبري والعضدي.

التوعية الوراثية:

- ١- اختطار نكس المرض عند شقيق المريض: مهمل لأن الأبوين سليمين عادة.
- ٢- اختطار ظهور المرض في ذرية المصاب: ٥٠%.
- ٣- أظهرت الدراسات تأثير تقدم عمر الأب (فوق الخمسين) في إحداث طفرة جديدة.
- ٤- التشخيص قبل الولادة: يتم بتخطيط صدى الجنين الذي يظهر تشوهاً في شكل رأس الجنين. يفيد تصوير الجنين بالمرنان في بعض الحالات أداة تشخيصية إضافية.
- ٦- التدبير: العلاج اعراضى جراحي متعدد المراحل على

genitourinary defects (G) وتشوهات اذنية و/أو صمم ear anomalies and/or deafness (E). يُطلق على هذه الرابطة منذ ٢٠١٠ متلازمة CHARGE ويقدر انتشارها بـ ١/١٠٠٠٠ مولود حي.

السبببات الجينية:

- ١- معظم الحالات فرادية تقريباً.
- ٢- السبب في الحالات الفرادية: طفرة جديدة do novo في الجين (CHD7) المتوضع على الذراع الطويلة من الصبغي ٨ (8q12.1).
- ٣- ثمة عدد صغير من الحالات عائلي مع انتقال الطفرة في جين CHD7 من الوالد إلى الطفل.
- ٤- تكون أعراض الوالد المصاب خفيفة على نحو عام، وقد يكون غير عرضي.

الأعراض السريرية:

معايير كبرى: تشوهات عينية، تشوهات اذنية، رتق المنعرجين. معايير صغرى: تشوه قلبي، تأخر عقلي ونمو، تشوه تناسلي، فُح cleft وجهي فموي، ناسور رغامي مريئي/رتق مريء، وجه مميز (جبهة عريضة، وجه مربع، وجه غير متناظر، إطرار، تقوس الحاجبين). يوضع التشخيص سريرياً إذا توفرت أربعة معايير من الستة السابقة، واحد منها على الأقل كبير (الشكل ١٣).



الشكل (١٣): طفل عمره ١١ سنة مصاب برابطة CHARGE.

تلاحظ الثلامة القرحية ثنائية الجانب، رتق المنعرجين، تأخر النمو العقلي وتشوه الأذنين.

التوعية الوراثية:

- ١- اختطار نكس المرض في العائلة:

في عنقود cluster، جين FOX المتوضع في الصبغي ١٦ (16q24.1).

المظاهر السريرية:

رابطة Vacter طيف مكون من توليفات متنوعة من مكوناته السبعة.

١- التشوهات الفقرية: توجد في ٧٠٪ من الحالات (فقرات نصفية، فقرات ملتحمة، فرط تقطع الفقرات، جنف، فرط تقطع الأضلاع، تشوه العجز، تشوهات القص، سوياقات غير مكتملة).

٢- التشوهات الشرجية والمُريطانية: urachal تشاهد في ٨٠٪ من الحالات، وتتكون من رتق شرجي مع ناسور، وبقاء المُرِيطاء urachus أو من دون ذلك.

٣- التشوهات القلبية: تشاهد في ٥٣٪ من الحالات، وتتكون من عيوب الحاجز البطيني، القناة الشريانية السالكة، رباعية فالو، تغيير وضع الأوعية الكبيرة، وغيرها.

٤- الناسور الرغامي المريئي: يشاهد في ٧٠٪ من الحالات.

٥- التشوهات الكلوية: تشاهد في ٥٣٪ من الحالات، وتتكون من خلل تكون الكلية أو غيابها، كلية مُتَبَذة، كلية حذوية horseshoe، تشوهات حالبية إكليلية، انسداد الموصل الحالبية الحويضي.

٦- عيوب الأطراف: تشاهد في ٦٥٪ من الحالات، وتتكون من خلل تنسج أو غياب عظم الكعبرة، نقص تنسج إبهامي اليدين، إبهام ثلاثية السلاميات، كثرة الأصابع، ارتفاق الأصابع، التحام عظمي الزند والكعبرة.

٧- رتق مريئي.

التوعية الوراثية:

١- اختطار نكس المرض في العائلة:

- أ- عند شقيق المريض: الاحتمال منخفض ما لم تكن رابطة VATER ناجمة عن طفرة في جين واحد.
- ب- في ذرية المريض: الاحتمال منخفض ما لم يكن المرض ناجماً عن جين وحيد طافر.

٢- تشخيص المرض قبل الولادة: يتم بتخطيط الصدى الذي يكشف تشوهات تتماشى مع رابطة Vater.

١٦- رابطة CHARGE

اضطراب جيني يتميز بطراز نوعي ومعروف من التشوهات التالية: ثلامة القرحية (C) coloboma، وعيوب قلبية heart defects (H)، ورتق المنعرجين (الفتحتين الخلفيتين للمنخرين) atresia of choana (A)، وتأخر النمو و/أو التطور retardation (R)، وعيوب بولية تناسلية of growth and/or development.

د- السبب التشويهي deformation: كقلة الصاء oligohydramnios (نقص كمية السائل السلوي).

٣- الأمراض والنمط الظاهري متغيران:

ترتكز الأمراض في هذه المتواليات التشويهية على نقص تنسج الفك السفلي الناجم عن سبب داخلي يمنع النزول الطبيعي للسان الذي يمنع بدوره التحام الرفين الحنكيين palatal shelves على الخط الناصف. وقد ينجم نقص تنسج الفك السفلي عن سبب خارجي، كالعائق داخل الرحم مثل قلة الصاء.

الملامح السريرية (الشكل ١٤):

١- الثلاثية المدرسية (الكلاسيكية): حنك مشقوق من الخلف على شكل U، صغرة فك، تراجع فك سفلي، تدلي اللسان (ميل ملاحظ إلى تحريك اللسان للخلف ساداً البلعوم الفموي). تسبب متواليات بيير روبين انسداد الطرق التنفسية الذي يسبب صعوبة في الإطعام وتوقف التنفس، وليس بالضرورة أن يظهر ذلك منذ الولادة. كما يكون انسداد الطرق التنفسية تالياً لنقص توتر البلعوم وتلين الحنجرة وانشقاق الحنجرة والوتيرة web الحنجرية. ومن مضاعفات انسداد المجرى التنفسي فشل النمو، الصدر المقعر، نقص وظيفة الرئة، الموت المفاجئ. تصل نسبة متلازمة بيير- روبين المعزولة إلى ٤٠% من الحالات، وهي جيدة الإنذار إذا تم تجاوز مشكلة الانسداد التنفسي في المرحلة المبكرة بعد الولادة. كما يعاني المرضى آثار الحنك المشقوق في الأذن الوسطى، فتكثر التهابات الأذن الوسطى وتشوهات الأذن وفقد السمع الذي يغلب أن يكون توصيلياً. كما يعاني المرضى مشاكل في الكلام.



الشكل (١٤): رضيع مصاب بمتواليات بيير - روبين نموذجية.

أ- عند شقيق المريض:

- إذا كان الوالد مصاباً أو يحمل طفرة في جين CHD7 يكون احتمال إنجاب طفل مصاب بالرابطة ٥٠٪.

- إذا كان الوالدان سليمين يقترب الاختطار التجريبي من ١-٢٪، ناجم عن احتمال وجود تزيق mosaicism الخلالي الجنسية.

ب- عند ذرية المريض:

- لا يُنجب الأفراد شديداً الإصابة.

- إذا أنجب الفرد المصاب يحتمل أن تكون الإصابة بالمرض ٥٠٪ في كل حمل.

٢- التشخيص قبل الولادي:

- تخطيطي الصدى Ultrasonography: لا يمكن كشف تشوهات هذه الرابطة بالفحص المنوالي بتخطيطي الصدى، وإنما يتم ذلك في حالات الحمل التي يتحرى فيها المرض بدقة في العائلة ذات الاختطار.

- الاختبار الجزيئي ممكن في الحمول إذا كانت الطفرة عند فرد من عائلة معروفة، ويتم ذلك بعد الحصول على دنا الجنين ببزل السلى أو اعتيان الرغابات المشيمائية.

- التشخيص الجيني قبل التعشيش: ممكن في العائلات التي تم فيها تحديد الطفرة المسببة للمرض.

٣- التدبير: عرضي بحسب الإصابة.

١٧- متواليات بيير روبين Pierre Robin sequence

تتكون المتواليات من حنك مشقوق وصغرة الفك وتدلي اللسان، ويقدر عدد الإصابات بنحو ١/٨٥٠٠ ولادة.

وراثيات المرض وعبويه الأساسية:

١- التورث: فرادي في معظم الحالات، وقد يكون عائلياً ينتقل بطريقة صغية جسدية سائدة في بعض الحالات.

٢- الشكل المتلازمي syndromic: ترافق المتواليات تشوهات في أجهزة الجسم الأخرى. وهو متغاير السببيات يتبع سبب المتلازمة الرئيسية.

أ- السبب أحادي الجين: مثل متلازمة ستيكلر Stickler (سبب شائع)، ومتلازمة بيكويث-فايدمان Beckwith-Wiedemann، وغيرهما.

ب- السبب الصبغي: مثل المتلازمة الوجهية القلبية الشراعية (del22q) velocardiofacial (سبب شائع)، ومتلازمة del 4q، ومتلازمة 11q dup.

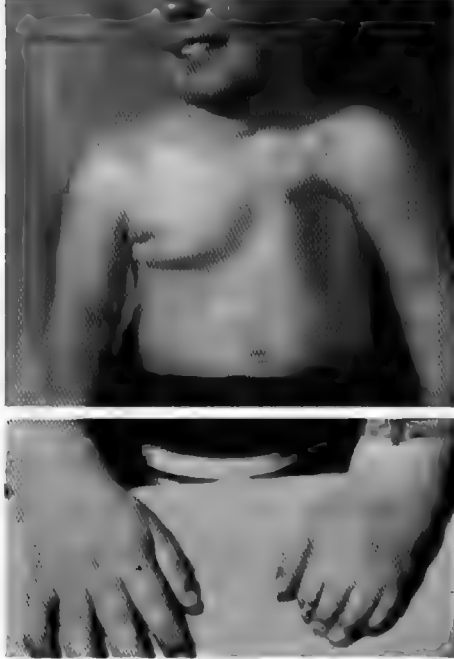
ج- السبب المرتبط بتناول مادة ماسخة teratogenic: مثل المتلازمة الكحولية الجنينية، متلازمة الهيدانتوين الجنيني، متلازمة تريميثاديون trimethadione الجنينية.

التوعية الوراثية:

من المظاهر الأخرى التي قد يعاني منها المريض تُذكر الفقرات التصفية، تشوه كلوي، متلازمة كليبل - فايل، متوالية موبوس، قلب أيمن معزول.

التوعية الوراثية:

- ١- اختطار عودة ظهور المرض عند شقيق أو عند ذرية المريض: نادر ما لم تكن متوالية بولاند عائلية.
- ٢- التشخيص قبل الولادة: يتم من خلال تخطيط الصدى الذي قد يكشف التشوه.
- ٣- التدبير: جراحي تقويمي.



الشكل (١٥): متوالية بولاند: غياب العضلة الصدرية الصغرى والقسم القصي من الكبرى، إضافة إلى ارتفاع أصابع اليد في جانب الإصابة نفسه.

١٩- متوالية موبوس Mobius sequence

الملح الرئيس لمتوالية موبوس هو الوجه الشبيه بالقناع الناجم عن الشلل ثنائي الجانب للمعصبين القحفيين السادس والسابع، وقد يرافق ذلك تشوهات عضلية هيكلية أخرى.

وراثيات المرض وعبويه الأساسية:

- ١- معظم حالات المرض فردية بأسباب متغايرة، ومتعددة جينية أو صبغية أو تمسخية.
- ٢- وجدت بفتح الجثة المرضيات التطورية developmental pathology التالية، وهي تفسر أعراض المرض المتغايرة:
 - أ- نقص تنسج إلى غياب نوى الدماغ المركزية.
 - ب- تنكس ناجم عن تخرب نوى الدماغ المركزية (النمط الأكثر شيوعاً).

- ١- اختطار عودة ظهور المرض عند شقيق المريض أو عند ذريته: نادر ما لم تكن متوالية بيير- رويين جزءاً من متلازمة.
- ٢- التشخيص قبل الولادة: يتم بتخطيط الصدى الذي يُظهر صغر/ تراجع الفك السفلي، وحنكاً مشقوقاً.
- ٣- التدبير: يعتقد أن وضعية الانكباب تساعد الرضع على منع اللسان والفك السفلي من سد السبيل الهوائي مؤدياً على نحو عام إلى تحسن الإشباع الأكسجيني. كما يجب وضع أنبوب أنفي معدي من أجل التغذية المبكرة. توجّه المعالجة الجراحية باتجاه الحنك المشقوق ولتثبيت اللسان. كما قد يساعد العلاج على تقويم النطق.

١٨- متوالية بولاند Poland sequence

تتكون من غياب العضلة الصدرية الكبرى أحادي الجانب، مع ارتفاع أصابع اليد في الجانب نفسه. يقترب وقوع هذا التشوه من ١/ ٢٠٠٠٠ ولادة حية. كما يقدر أن نحو ١٠٪ من الأفراد المصابين بارتفاع أصابع اليد لديهم متوالية بولاند (الشكل ١٥).

السيببات:

سبب هذا الاضطراب مجهول، يشيع في الذكور أكثر من الإناث (بنسبة ٣: ١)، وتكون الإصابة في الجانب الأيمن بنسبة ٧٥٪. وقد رجح بعض العلماء أن المرض ناجم عن نقص التروية الدموية في الجانب المصاب، تأتي مصداقية الأمراض الوعائية من أن تدخين الأم قد يزيد من اختطار إصابة جنينها بالمتوالية بنسبة الضعف مقارنة بغير المدخنات. وعلى الرغم من فردية غالبية حالات هذه المتوالية، ذكرت بعض الدراسات الكبيرة وجود حالات عائلية بنسبة ٢,٤٪، وكان نمط الانتقال فيها سائداً في بعض العائلات ومتنحياً في بعضها الآخر، وقد يكون مرتبطاً بالصبغي X. كما ذكر التغير الواضح في تعبيرية المرض بين الأفراد المصابين حتى بين الأشقاء.

المظاهر السريرية:

تكون الملامح أحادية الجانب، ومتغيرة المظاهر السريرية التالية:

- في الصدر: نقص تنسج إلى غياب العضلة الصدرية الكبرى وحلمة الثدي واللعوة areola، عيوب في الأضلاع، صدر مقعر، صدر جؤجؤي pectus carinatum (متبارز القص)، غياب شعر الإبط، نقص الدهون تحت الجلد.
- في الأطراف العلوية: نقص تنسج قاصر، مع درجات متفاوتة من ارتفاع الأصابع وقصر الأصابع وقلة الأصابع، وفي بعض الحالات يوجد قصر شديد في الطرف.

ج- إصابة الأعصاب المحيطية.

د- اعتلال عضلي: تنجم معظم الحالات عن عدم كفاية التروية الدموية للبنى المرواة بالشريان تحت الترقوة البدئي. شوهدت هذه المتوالية في أمهات عانين خلال الحمل من حوادث تسبب نقص تروية/ نقص أكسجة عابرة عند الجنين؛ مما يوحي أن سبب هذه المتوالية هي حادثة تسبب ضرراً للدوران الجنيني الرحمي.

المظاهر السريرية:

صغر الفك السفلي وهو ملمح كثير التواتر، ويرافقه هنك مشقوق على شكل U أو لهأة مشقوقة. يعاني بعض المرضى إصابة الأعصاب القحفية الثالث والرابع والخامس والتاسع والعاشر والثاني عشر، وقد يكون اللسان محدود الحركة و/ أو صغيراً. يشيع فقد السمع وشذوذ الدماغ tearing. ويشاهد في ثلث المرضى حنف قفدي فحجي talipes equinovarus، ولدى ١٥-١٠% من المرضى تخلف عقلي. من العيوب خارج الجملة العصبية المركزية المرافقة للمتوالية نقص الأسنان، شلل الحبال الصوتية ثنائي الجانب، نقص في الأطراف، ارتفاع أصابع (الشكل ١٦).

التوعية الوراثية:

١- اختطار النكس عند شقيق للمريض:

أ- ٢% في حالة المتوالية المكونة من شلل العصب القحفي السادس والسابع مع تشوهات هيكلية.

ب- ٢٥-٣٠% في متلازمة موبس المؤلفة من شلل وجهي معزول، صمم، شلل العين، تقفع الأصابع من دون عيوب هيكلية.

٢- التشخيص قبل الولادة ممكن في متلازمة موبس -



الشكل (١٦): طفل مصاب بمتوالية موبس. يلاحظ غياب تعابير الوجه.

بولاند.

٣- التدبير: داعم مكون من معالجة فيزيائية وتأهيلية تساعد المريض على الاعتماد على نفسه، وجراحية وفق الإصابة.

٢٠- متوالية تمزق السلى Amnion rupture sequence

تسمى أيضاً معقد الجذوع mutilations والالتصاقات والتشوهات السلوية Amniotic deformity، adhesions mutilations complex (ADAM) وهي طيف من العيوب التي تنجم عن تطويق أشرطة صغيرة من السلى البنى التي تكون في مرحلة التطور (الأطراف عادة) مسببة تضيقاً حلقياً أو بتراً أو ارتفاعاً كاذباً بين الأصابع. تحدث هذه المتوالية في ١ من كل ٥٠٠٠-١٥٠٠٠ ولادة، وتم توثيقها في ١-٢% من الرضع المشوهين.

سبببات المتوالية:

مجهولة باستثناء حالات نادرة معروفة السبب أو يعتقد أنها معروفة، كالرضح trauma الحاصل في أثناء محاولة إنهاء الحمل مبكراً باستخدام آلة حادة أو رض بالوقوع مثلاً. هذه المتوالية فرادية بوجه عام تحدث في عائلات ليس فيها سوابق مرضية. مع أن هذا العيب التمزقي disruptive قد يحدث في أي وقت، فهو يحدث على الأغلب قبل الأسبوع ١٢ من الحمل. فقبل هذا الوقت يكون السلى amnion والمشيماء chorion غشاءين منفصلين بالكامل وبذلك يكون السلى عرضة للتمزق.

المظاهر السريرية (الشكل ١٧):



الشكل (١٧): رضيع مصاب بمتوالية التمزق السلوي.

إضافة إلى العيوب التمزقية في الأطراف قد تحدث تشوهات ناجمة عن نقص حركة الجنين أو عن شد طرف بشريط سلوي، أو عن تقييد الحركة الناجم عن نقص السائل السلوي. كما يؤدي نقص نشاط الجنين إلى الجنف scoliosis أو تشويه القدمين. لا تحدث تشوهات في الأعضاء الداخلية أبداً. يلاحظ حنف اليد اليسرى وفقد أصابع فيها، وارتفاق كاذب في أصابع القدم اليمنى. إن فحص المشيمة والأغشية مُشخّص، إذ تلاحظ أشرطة أو طيّقان strands، أو قد تشاهد بقايا ملفوفة للغشاء السلوي في القاعدة المشيمية للحبل السري.

التوعية الوراثية:

١- اختطار ظهور الاضطراب عند شقيق للمريض غير

مزداد في الحمل التالي.

٢- اختطار ظهور المرض في ذرية المريض غير مزداد.

٣- التشخيص قبل الولادي: ممكن بتخطيط الصدى الذي يجري في الثلث الثاني والثالث من الحمل.

٤- الإنذار: قد يسبب الشريط السلوي الخداج والتمزق الباكر في الغشاء السلوي، ونقص وزن الولادة وانقطاع التروية الدموية عن الجزء المُطوّق، وقد يتفكك الشريط السلوي تلقائياً، وقد يموت الجنين إذا خنق الشريط الحبل السري.

٥- التدبير: الجراحة التصنيعية حين الحاجة بحسب شدة الإصابة.

الأمراض الخلقية الوراثية المتعددة العوامل

غالية أبو الشامات

فالشفة المشقوقة - التي تسمى أحياناً بشفة الأرنب harelip - هي فتحة في الشفة العليا، تراوح من شق صغير إلى شق يمتد إلى قاعدة الأنف، وقد تشمل جانباً واحداً من الشفة أو كلا الجانبين (الشكل ١).

أما الحنك المشقوق فهو فتحة في سقف الفم قد تكون بشكل تشوه صغير أو قد تمتد لتصبح شقاً كبيراً. يختلف حجم فتحة الحنك وموضعها، إذ قد تكون في الجزء العظمي (الحنك الصلب hard palate) من سقف الفم وتفتح على الأنف، أو قد تحدث في شراع الحنك فقط (الحنك الرخو soft palate). وقد يشمل الحنك المشقوق كلاً من الحنك الصلب والحنك الرخو معاً (الشكل ٢).

قد يغطي الغشاء المبطن للفم في بعض الحالات شق الحنك ولا يمكن ملاحظته إلا من قبل الفاحص. وقد تحدث الشفة المشقوقة مع الحنك المشقوق أو من دون ذلك، وكذلك قد يحدث الحنك المشقوق مع الشفة المشقوقة أو من دون ذلك.

قد يكون هذا التشوه الخلقي معزولاً لا ترافقه تشوهات في أجهزة أخرى، وقد يكون جزءاً من متلازمة تشوهية مثل متلازمة Van der Woude ومتلازمة Stickler ومتلازمة Treacher Collins. جدير بالذكر أن ما يقرب من ٤٠٪ من الأطفال المصابين بحنك مشقوق من دون شقوق في الشفة يكون لديهم متلازمات تشوهية. ويزداد خطر ولادة طفل يحمل هذا النمط من التشوه الخلقي إذا كان معزولاً بزيادة عدد الأقارب المصابين. وتشمل العوامل البيئية التي تزيد من خطر شقوق الشفة والحنك تعاطي الكحول والتدخين في أثناء الحمل، كما تزيد بعض العقاقير من حالات الإصابة

تنجم الأمراض الوراثية المتعددة العوامل - وهي أمراض شائعة في المجتمع كالعيوب الولادية الخلقية واحتشاء العضلة القلبية والسرطان والاضطرابات النفسية العصبية والسكري وداء الزهايمر - عن تأثيرات معقدة بين عدد من المتفاوتات الجينية variants وبعض العوامل البيئية، وقد يساهم الحظ أيضاً في حدوث الإصابة أو عدم الإصابة بالمرض. ينتقل المرض في العائلة بطريقة معقدة غير مندلية.

تصنف الأمراض الوراثية المتعددة العوامل إلى تشوهية وغير تشوهية.

- الأمراض الوراثية التشوهية متعددة العوامل:

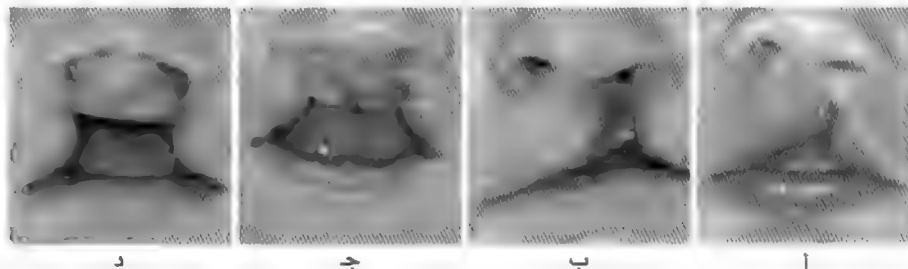
التشوهات الخلقية congenital malformations - أو ما يدعى العيوب الولادية birth defect - هي حالة مرضية تظهر حين الولادة. منها ما يشمل تشوهات في هيكل الكائن الحي، تنشأ من عيوب في أثناء نمو الجنين. وتدعى المادة التي تسبب عيوباً خلقية المادة الماسخة teratogen.

تظهر العيوب الخلقية نتيجة لتأثير عوامل وراثية أو عوامل بيئية أو لكليهما معاً، وتشمل أخطاء في أثناء التشكل، والأخماج، والتعديلات في وظائف الجينات في أعراس أحد الوالدين، أو أن تكون نتيجة شذوذات في الصبغيات.

١- الشفة المشقوقة مع الحنك المشقوق أو من دون ذلك

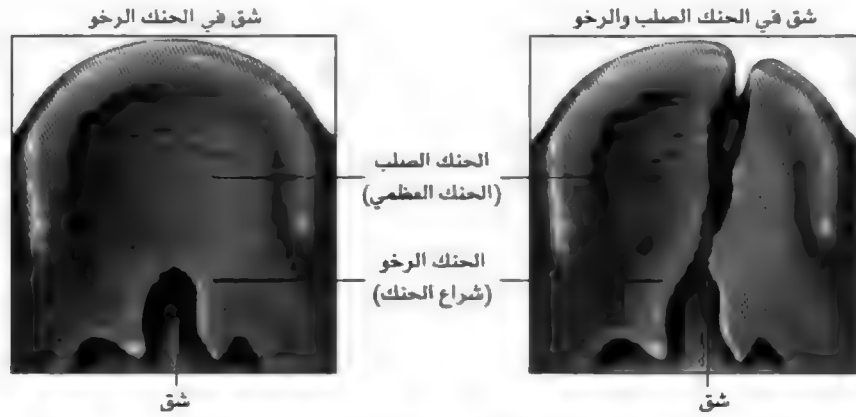
Cleft lip with or without cleft palate

الشفة المشقوقة هي بالتعريف عيب خلقي يحدث في مرحلة مبكرة جداً من الحمل حين لا تلتحم أنسجة الشفة و/أو الحنك في الجنين. يعد هذا النمط من العيوب الخلقية الأكثر شيوعاً في جميع أنحاء العالم.



الشكل (١): صور فوتوغرافية لحالات مختلفة من الشفة المشقوقة:

- شفة مشقوقة أحادية الجانب غير مكتملة incomplete unilateral cleft lip، يتوضع الشق في جهة واحدة من الشفة العليا.
- شفة مشقوقة أحادية الجانب مكتملة complete unilateral cleft lip، يتوضع الشق في جهة واحدة من الشفة العليا وقاعدة الأنف.
- شفة مشقوقة ثنائية الجانب غير مكتملة incomplete bilateral cleft lip، يقع الشق في جانبي الشفة العليا.
- شفة مشقوقة ثنائية الجانب مكتملة، يصل الشق منها إلى قاعدة الأنف.



الشكل (٢): مخطط يبيد أنماط الحنك المشقوق. قد يقتصر الشق على الحنك الرخو ويبدو بشكل شق صغير، وقد يمتد ليشمل الحنك الصلب.

الجراح الذي سيقوم بتنفيذ العملية ويجري العمل الجراحي عادة بين عمر ١ و ٣ أشهر بهدف إغلاق الفتحة في الشفة العليا، وإصلاح العضلات بحيث تبدو الشفة طبيعية في أثناء الحركة. بالمقابل يهدف العمل الجراحي في حالة شق الحنك إلى توفير النطق السوي والنمو الوجهي الطبيعي والسمع في الرضيع المصاب، ويجري غالباً بين الشهر الثالث والثامن عشر، وقد يمتد التوقيت إلى ما بعد ذلك وفقاً لنمط الشق، وقد يحتاج إلى أكثر من عملية من أجل إغلاق الشق وتحسين النطق.

٢- حَنَفُ القدم (حَنَفُ قفدي فحجي) (Clubfoot) (Talipes equinovarus)

حَنَفُ القدم هو اضطراب عضلي هيكل شائع ناجم عن تشوه في القدم والكاحل، قد يكون في قدم واحدة وغالباً ما يحدث في القدمين.

جاء مصطلح حَنَفُ قفدي فحجي Talipes equinovarus من اللاتينية، إذ تعني Talipes الحنف وتعني Equino القفد، أي إن عقب القدم مرتفع، وتعني varus الفحج، أي إن القدم منحنية إلى الداخل، ويكون الجزء الأوسط من القدم ملتوياً أيضاً نحو الداخل.

تبدو الأقدام قصيرة جداً وعريضة، وتبقى ثابتة وغير قابلة للتحريك كما في القدم الطبيعية، لأن وتر آشيل في الجزء الخلفي من عقب الطفل يكون مشدوداً جداً والأوتار قصيرة أيضاً، ولذلك تكون القدم منحنية بشدة، ويبدو الفرد وكأنه يمشي على كاحله (الشكل ٣).

تُلقى درجات مختلفة من تشوهات القدم في الأطفال. وهناك سلم لتصنيفها يدعى سلم بيراني Pirani score، تصنف فيه لتقييم شدة حَنَفُ القدم في الأطفال من ٠-٦، وترتفع نسبة تشوهات القدم مع زيادة الدرجات.

مثل الفينيتوين phenytoin وفالبروات الصوديوم sodium valproate، والميتوتريكسات methotrexate، فضلاً عن أن تغذية الأم الحامل قد تؤثر في الإصابة.

يعاني الأطفال صعوبات في التغذية، تكون أكثر حدة في حالات الأحنك المشقوقة. وتعود صعوبة التغذية إلى عدم قدرة الطفل على الرضاعة وتحقيق عملية المص كاملة. وفي حالة شقوق الحنك الصلب تدخل السوائل من الضم إلى الأنف عبر الفتحة الواقعة في سقف الحلق.

ويؤثر الحنك المشقوق أيضاً في كلام الطفل، فالحنك السوي مهم لإتمام الكلام، وقد يبقى نمط كلام الطفل مضطرباً بعد الإصلاح والعمل الجراحي. وتشيع الأخماج الأذنية في الأطفال الذين يولدون مع أحنك مشقوقة، وتحدث الأخماج لأن عضلات الحنك لا تفتح النفير (قناة استاكايوس Eustachian tube) الذي ينزح السوائل من الأذن الوسطى؛ مما يؤدي إلى تجمع السوائل وزيادة خطر الإصابة وفقدان السمع. كما يضطرب بزوغ الأسنان أيضاً في الأطفال وتظهر بصورة غير منتظمة.

تشخص شقوق الشفة والحنك قبل الولادة بتخطيطت الصوتي ultrasound، أما بعد الولادة فيتم التشخيص بالتحقق السريري.

تجرى التدابير العلاجية من قبل فريق طبي مؤلف من اختصاصيين وجراحين وكذلك اختصاصيين في معالجة النطق. ويتم التصدي لمشكلة التغذية أولاً، إذ يمكن إرضاع الطفل المصاب بشفة مشقوقة على نحو طبيعي، أما الطفل المصاب بحنك مشقوق فتتم تغذيته غالباً باستخدام سداة الحنك palatal obturator من أجل غلق الفتحة وتسهيل عملية الرضاعة.

يعتمد توقيت إصلاح الشفة المشقوقة جراحياً على حكم

على بعض التشوهات التشريحية بما فيها توقف الحركة ضمن الرحم intrauterine immobility، وتليف الأنسجة العصبية والأوعية الدموية والضامة. وتشاهد التشوهات الوعائية في أكثر من ٨٠ % من المرضى، وتتكون غالباً من نقص تنسج الشريان الأمامي القصبي، غير أن الأساس الجيني لهذا التشوه غير معروف. بالمقابل كشفت الدراسات الجينية وجود قصة عائلية إيجابية تجاه هذا النمط من التشوه في ٢٥ % من المرضى، مما يدعم نظرية المسبب الجيني لحَنَف القدم.

حددت الدراسات الحديثة سبيل نمو أساسي مهم في إحداث حَنَف القدم، وهو السبيل الانتساخي PITX1-TBX4 المسؤول عن التنامي المبكر للأطراف، إذ يُعَبَّر عن الجينات PITX1 و TBX4 على نحو فريد في الأطراف الخلفية، مما يساعد على تفسير الشكل الظاهري للمقدم المشاهد لدى الأفراد حاملي الطفرات في تلك الجينات.

٣ - عيوب القلب الخَلْقِيَّة Congenital heart disease (CHDs)

تُعدُّ تشوهات القلب والأوعية الدموية المسبب الأساسي للوفيات في السنة الأولى من العمر حول العالم. وتراوح نسب حدوثها بين ١٩ و٧٥ لكل ألف مولود حي، وتزداد هذه النسبة على نحو أكبر في الإجهاضات.

تشمل عيوب القلب الخَلْقِيَّة مجموعة متنوعة من التشوهات في بنى القلب أو في أوعيته الدموية الرئيسية. وتحدث هذه العيوب حين لا يتم تطور القلب أو الأوعية الدموية الأساسية على نحو صحيح قبل الولادة.

ويُتعرقل في معظم أنواع عيوب القلب الخلقية تدفق الدم في القلب أو الأوعية المجاورة له، أو يكون تدفقه غير طبيعي، وفي بعض الحالات النادرة يولد الطفل ولديه بطين واحد فقط، أو يخرج الشريان الرئوي والشريان الأبهر من البطن ذاته، كما يلاحظ في بعض الحالات عدم تشكل أحد جانبي القلب تشكلاً كاملاً.

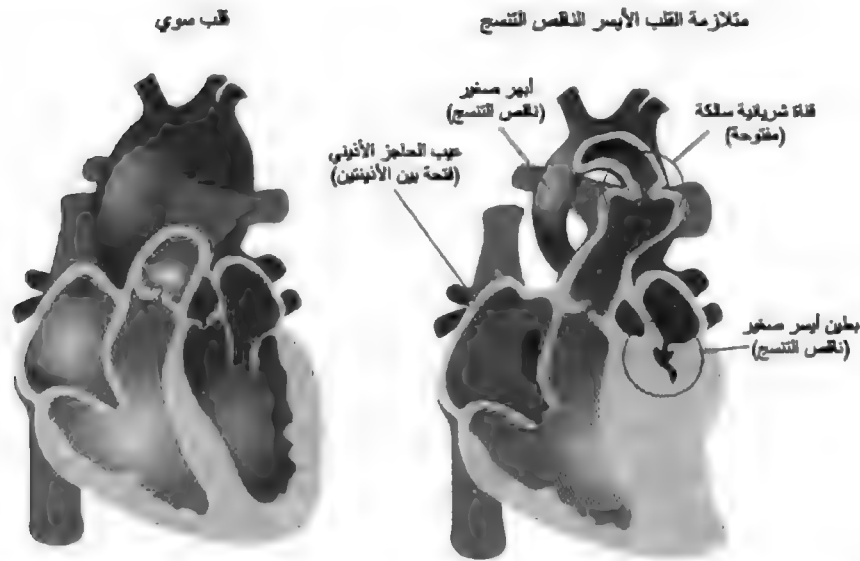
ومن عيوب القلب الخلقية متلازمة القلب الأيسر الناقص التنسج (hypoplastic left-heart syndrome (HLH)، وهي من أخطر عيوب القلب الخلقية، إذ يكون الجانب الأيسر من القلب غير مكتمل النمو، ولا يتم تدفق الدم من خلال الشريان الأبهر إلا عبر القناة الشريانية ductus arteriosus؛ التي تُغلق عادة في غضون بضعة أيام من الولادة؛ لذا يبدو الطفل طبيعياً حين الولادة، ولكن لدى انغلاق القناة الشريانية يعرقل وصول الدم إلى الشريان الأبهر وتخفق



الشكل (٣): صور توضيحية لأنماط حنف القدم. وتبدو الدرجات المختلفة من تشوهات القدم بحسب المنطقة المشوهة.

تجدر الإشارة إلى أن هذا النمط من التشوه الخَلْقِي غير مؤلم، غير أن العلاج يجب أن يبدأ باكراً، إذ قد تؤدي هذه الحالة إلى مشاكل واضطرابات مهمة في أثناء نمو الطفل، ويساعد العلاج المبكر الأطفال على أن يعيشوا حياة طبيعية. يُعدُّ حَنَف القدم واحداً من أكثر العيوب الخَلْقِيَّة انتشاراً، إذ تقدر نسبة انتشاره بـ ١ لكل ١٠٠٠ ولادة حية. واحتمال ولادة الذكور بهذا العيب الخَلْقِي هو ضعف احتمال ولادة الإناث. كما أن ولادة طفل في العائلة يزيد من احتمال ولادة إخوة له يحملون العيب ذاته بنسبة تصل إلى ٣٠ %.

أتاح التقدم التقني في مجال علم الوراثة للباحثين في البدء تحديد المسببات المعقدة لحَنَف القدم. وأصبح من الواضح أن حَنَف القدم هو اضطراب متغاير heterogenous (غير متجانس)، ويعتقد أن بعض العوامل الجينية تساهم في ظهوره. ففي ٢٠ % من الحالات يرتبط حنف القدم باعوجاج المفاصل البعيدة distal arthrogryposis، وحثل التآثر العضلي myotonic dystrophy، أو ببعض المتلازمات مثل متلازمة إدوارد (تثلث الصبغي ١٨)، أو متلازمة خين deletion الذراع الطويلة من الصبغي ٢٢ (22q11)، في حين يبقى المسبب لهذا التشوه مجهولاً في معظم الحالات المتبقية. اقترحت العديد من النظريات لتعليل حنف القدم بناءً



الشكل (٤): رسم توضيحي لبعض عيوب القلب الخلقية. يقارن الشكل بين القلب السوي بجميع بنياته الداخلية الطبيعية وبين التشوهات التي قد تحدث فيها مؤدية إلى ظهور عيوب خلقية مختلفة.

القرى لتصل إلى ثلاثة أضعاف.

وتتضمن العوامل المسببة: الشذوذات الصبغية واضطرابات أحادية الجين، وتؤلف نسبة ٨ % من مجمل حالات العيوب القلبية الخلقية، وعوامل بيئية ماسخة environmental teratogens بنسبة ٢٠ %، ومسببات متعددة العوامل معقدة تؤلف النسبة العظمى ٩٠ %.

قد يكون التشوه القلبي معزولاً Non-syndromic، وقد يرافق التشوهات القلبية في ٢٥ - ٤٠ % من الحالات العديد من المتلازمات والشذوذات الصبغية الأخرى. فعلى سبيل المثال ٥٠ % من المصابين بتثلث الصبغي ٢١ (متلازمة داون) لديهم تشوهات قلبية خلقية بدءاً من عيوب في الحاجز الأذيني أو البطيني إلى آفات في القناة الأذينية البطينية atrioventricular canal lesions، وتزداد النسبة في حالة تثلث الصبغي ١٣ إلى ٨٠ %؛ وكذلك الحال في متلازمة إدوارد Edwards, Syndrome (تثلث الصبغي ١٨). ويعاني ما يقرب من ثلث الإناث اللواتي لديهن متلازمة تيرنر Turner syndrome, monosomy X أمراضاً وتشوهات قلبية خلقية تكون عادة في الجانب الأيسر للقلب. كما تلاحظ التشوهات القلبية في متلازمة دي جورج DiGeorge أو متلازمة خن deletion syndrome 22q11، وترافقها تشوهات في التوتة thymus والغدة الدرقية، وتنجم عن نمو القوس البلعومية نمواً شاذاً. بالمقابل اكتشفت طفرات في جينات معينة تفضي إلى متلازمات ترافقها عيوب خلقية في القلب، فمثلاً تؤدي الطفرة في الجين Fibrillin1 (FBN1) إلى ظهور متلازمة مارفان Marfan syndrome التي تتميز بتوسع تدريجي في جذر

الدورة الدموية (الشكل ٤).

ويؤدي عدم انغلاق القناة الشريانية حين الولادة إلى نوع آخر من التشوه الخلقي يدعى القناة الشريانية السالكة patent ductus arteriosus. ومن تشوهات القلب الخلقية عيوب انسدادية Obstruction defects حيث تضيق شرايين القلب أو أورده أو صماماته جزئياً أو كلياً مانعة تدفق الدم على نحو سوي.

وضعت الدراسات الكلاسيكية عيوب القلب الخلقية ضمن قائمة الأمراض متعددة العوامل نظراً لتأثير كل من العوامل الجينية والبيئية. ومع التقدم التقني الجزيئي والانتها من سلسلة المجين البشري ازدادت الأدلة على وجود دور أقوى للعوامل الجينية.

ويعد نمط توريث عيوب القلب الخلقية متغيراً إلى حد كبير، وقد تكون الطفرات عائلية مورثة أو تكون فردية sporadic غير مورثة. وقد تكون الطفرات العائلية صبغية جسمية سائدة autosomal dominant أو متنحية autosomal recessive، أو تكون مرتبطة بالصبغي الجنسي X (X-linked). ويبين الجدول رقم ١ بعض المتلازمات الجينية والصبغية التي ترافق التشوه القلبي:

وتعد هذه الطفرات عالية النفاذية penetrant، وتؤدي إلى مجموعة متنوعة من المظاهر السريرية. كما أظهرت العديد من الدراسات أن المسبب الرئيس في أغلب حالات عيوب القلب الخلقية يعود إلى طفرات جديدة (أي غير مورثة من الوالدين) سائدة De Novo dominant. وأكدت أن نسب انتشار العيب تزداد في المجتمعات التي يشيع فيها التزاوج بين ذوي

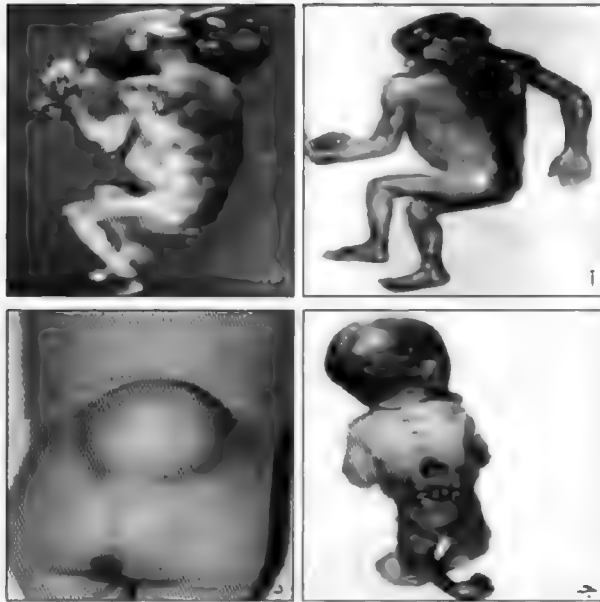
الجدول (١): الاضطرابات الجينية والصيفية المسببة لعيوب القلب الخلقية		
الاضطراب	الشدود	التشوهات القلبية المرافقة
متلازمة داون Down's syndrome تثلث الصبغي ٢١	صبغي ٢١ إضافي	عيوب الحاجز الأذيني البطيني Atrioventricular septal defects (AVSDs)
متلازمة ادوارد Edward's syndrome تثلث الصبغي ١٨	صبغي ١٨ زائد	عيب الحاجز الأذيني (ASD) atrial septal defect عيب الحاجز البطيني (VSD) ventricular septal defects القناة الشريانية السالكة (PDA) patent ductus arteriosus
متلازمة باتو Patau syndrome تثلث الصبغي ١٣	صبغي ١٣ زائد	عيب الحاجز الأذيني عيب الحاجز البطيني القناة الشريانية السالكة
أحادية monosomy الصبغي X متلازمة تيرنر Turner syndrome	صبغي X وحيد لدى الإناث	عيب الحاجز البطيني القلب الأيسر الناقص التنسج hypoplastic left-heart syndrome أمراض الصمام الأبهر ثنائي الشرف bicuspid aortic valve disease
متلازمة دي جورج DiGeorge syndrome	خين في الذراع الطويلة من الصبغي ٢٢ 22q11	عيب الحاجز البطيني رباعية فالو (tetralogy of Fallot, TOF) شدوذات في الأقواس arch abnormalities
متلازمة تشار Char syndrome	طفرة في الجين TFAP2B	القناة الشريانية السالكة
حذف 22q11.2	شدوذ بنيوي صبغي	عيب الحاجز البطيني رباعية فالو تشوهات في الأقواس
حذف 1p36	شدوذ بنيوي صبغي	اعتلال عضلة القلب cardiomyopathy القناة الشريانية السالكة

الأبهرية interrupted aortic arch, IAA، إلى جانب تشوهات أخرى في النمو.

واهتم الباحثون في الآونة الأخيرة بالجين NKX2-5 الذي تبيّن أن الشكل الطافر منه يساعد على نحو غير مباشر على نشوء عيوب القلب الخلقية. ومع تحديد أكثر من ٥٠ طفرة مختلفة في هذا الجين فإن عدداً قليلاً منها يُعرف دوره حتى الآن.

ومن الأسباب غير الجينية لظهور عيوب القلب الخلقية بعض العوامل البيئية الماسخة، مثل مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور والمبيدات الحشرية وتناول الأم الحامل الأدوية

الأبهر aortic root dilation مع استعداد للتسلخ dissection. وتسبب الطفرات النقطية point mutations في الجينات التي تتدخل بصورة مباشرة أو غير مباشرة في أثناء تشكل القلب في ظهور حالات العيوب القلبية المنعزلة Isolated CHDs، إذ تشارك تلك الجينات في تنظيم الانتساخ transcriptional regulation أو التنبغ (نقل الإشارة) signal transduction أو في الترميز إلى بروتينات بنيوية قلبية. ومن تلك الجينات الجين ZIC3 الذي يرمز إلى عامل الانتساخ Zinc finger، وترتبط الطفرات في هذا الجين بظهور عيوب القلب والأوعية الدموية، مثل تبادل موضع الشرايين الكبيرة transposition of the great arteries، وانقطاع القوس



الشكل (٥): صور توضيحية لأنماط بعض عيوب الأنبوب العصبي
أ: انعدام الدماغ أو غيابيه. ب: قيلة دماغية. ج: شوك مشقوق مفتوح. د:
شوك مشقوق مغلق

العصبي بأداء الإنزيم MTHFR في سبيل استقلاب الفولات Folate. وقد أكدت الدراسات أهمية دور الفولات (أحد أشكال حمض الفوليك - فيتامين B9) في أثناء النمو الجنيني. ويُعد حمض الفوليك أحد العوامل المحددة لظهور عيوب الأنبوب العصبي، إذ له شأن أساسي في أثناء عملية التكاثر الخلوي وعملية اصطناع الدنا وتصلحيه ومثيلته (DNA methylation).

كما أشارت الدراسات إلى أهمية تناول حمض الفوليك قبل الحمل للوقاية من حدوث عيوب الأنبوب العصبي، والاهتمام بتوعية النساء في سن الإنجاب وحثهن على ضرورة تناول حمض الفوليك والأغذية الغنية به طوال فترة الحمل. بالمقابل تشير الدراسات الحديثة إلى احتمال تدخل اضطرابات وظيفية مختلفة في عمل الجينات epigenetic تؤدي إلى الإصابة بعيوب الأنبوب العصبي من خلال تنظيم التعبير الجيني.

وتشمل هذه الاضطرابات الوظيفية الوراثية مثيلة الدنا DNA methylation، وتعديلات في الهستونات، تتضمن تعديلات ما بعد الترجمة post-translational، كالأستلة والربنا RNAs الصغيرة المتدخل RNAs small interfering، وتدخل بعض البروتينات التي تؤثر في التفاف (تطوي) coiling الكروماتين. وتشير الدراسات إلى أن الخلل في مثيلة الدنا قد يتدخل في عملية انغلاق الأنبوب العصبي انغلاقاً سويماً مؤدياً إلى ظهور عيوب في الأنبوب العصبي (الشكل ٦).

المضادة للصرع والإصابة بالحصبة الألمانية، وقد أظهرت الدراسات أن خطر تشوهات القلب يزيد خمسة أضعاف في الأطفال الذين يولدون لأمهات مريضات بالسكري. كما بينت أن خطر الإصابة برباعية فالو tetralogy of fallot يزداد في حالات مرض السكري غير المنضبط، وبيلة الفينيل كيتون phenylketonuria غير المعالجة. ومن الأسباب غير الجينية أيضاً السمّة وتناول الأدوية المضادة للفيروسات.

٤- **عيوب الأنبوب العصبي (NTD) Neural tube defects**
تُعد عيوب تشكل الأنبوب العصبي ثالث التشوهات الخلقية شيوعاً بعد العيوب القلبية الخلقية والعيوب البولية التناسلية genitourinary defects، إذ تُقدّر الإحصائيات العالمية ولادة أكثر من ٣٠٠,٠٠٠ حالة سنوياً، وأكثر من ٤٠,٠٠٠ حالة وفاة، و ٣,٢ ملايين حالة إعاقة.

يُشير مصطلح عيوب الأنبوب العصبي إلى مجموعة من التشوهات الخلقية المعقدة التي تصيب الجهاز العصبي المركزي. وتنتج هذه العيوب عن إخفاق انغلاق الأنبوب العصبي جزئياً أو كلياً في الأسبوع الثالث أو الرابع من النمو الجنيني، تاركاً الأنسجة العصبية مكشوفة للبيئة خارج الجنينية، مما يجعلها معرضة للتتكس degeneration و/أو لفقدانها وظيفتها العصبية.

تُصنف عيوب الأنبوب العصبي وفق تصنيفين أساسيين؛ يعتمد أحدهما على نمط التشوه (مفتوح أو مغلق) حيث تكون النسيج العصبية في العيوب المفتوحة مكشوفة أو مغطاة بغشاء رقيق، أما في العيوب المغلقة فتكون النسيج العصبية مغطاة بالجلد، ويعتمد التصنيف الآخر على مكان حدوث الإصابة (في الدماغ أو في النخاع).

تشتمل عيوب الأنبوب العصبي على طيف واسع من الأنماط الظاهرية. وتُعد حالات البُسْسنة (الشوك) المشقوقة spina bifida وانعدام الدماغ anencephaly من أكثر هذه الأنماط شيوعاً، وتظهر حالات القيلة الدماغية encephalocele بنسب أقل، في حين تُعد حالات انعدام الدماغ وانشقاق القحف والسياء craniorachischisis من الحالات النادرة (الشكل ٥).

ما تزال أسباب حدوث عيوب الأنبوب العصبي مُبهمة ومعقدة، ولكن ترى كثير من الدراسات تدخل مجموعة من العوامل الجينية والعوامل البيئية في إحداثها، إذ تؤدي العوامل الجينية الدور الحاسم باستجابتها للعوامل البيئية. يحظى جين methylenetetrahydrofolate reductase (MTHFR) باهتمام بالغ لدوره الأساس في تشكل الأنبوب



فترة نزع مثيلة عامة وبداية إعادة المثيلة

التعرض للبيئة الأرومية
كالفولات كمكمل غذائي
والعوامل المعاكسة

الشكل (٦): مخطط توضيحي يبين تغيرات المثيلة في أثناء نمو الجنين. يحدث نزع مثيلة سريع ومباشر بعد الإخصاب، يتبعه إعادة المثيلة في مرحلة الكيسة الأرومية. يشار إلى اتجاه اندماج الأنبوب العصبي في أثناء عملية تشكل العصبية بالأسهم مما يؤدي إلى انغلاق المسم العصبي المنقاري rostral neuropore (المنطقة المظلمة باللون الأسود) في المنطقة القحفية، والمسم العصبي الخلفي في المنطقة العجزية.

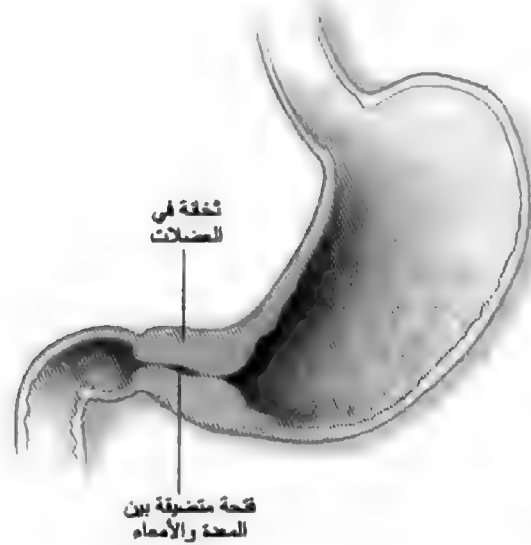
تسهم بعض العوامل غير الوراثية في ازدياد خطر حدوث عيوب الأنبوب العصبي مثل حالة الأم الصحية كمرض السكري والسمنة، كما تؤدي بعض العوامل البيئية الماسخة كالتدخين واستخدام العقاقير المضادة للمصرع الدور ذاته، وتشير العديد من الدراسات إلى أهمية طبيعة غذاء الأم في تحديد ناتج الحمل؛ فمثلاً يفضي ارتفاع سكر الدم إلى زيادة خطر إصابة الجنين بعيوب الأنبوب العصبي.

٥- تضيق البواب Pyloric stenosis

حالة شائعة في الرضع، تشخص فيه عضلات البواب وتتضخم مانعة الطعام من الوصول إلى الأمعاء الدقيقة. تظهر أعراضه بين ٢ و٦ أسابيع بعد الولادة، ويبدو ظهوره بعد ٣ أشهر من العمر (الشكل - ٧).

يتجلى سريرياً ببقاء قذافي وتمتع معوي واضح وتورم مجسوس في البواب، كما يعاني الأطفال من فقد الوزن وحالة تجفاف وأمساك مع شعور دائم بالجوع. وينخفض تركيز شوارد الكلور والهيدروجين في المصل. ويعد تضيق البواب من أكثر الحالات التي تتطلب التدخل الجراحي في السنة الأولى من العمر.

ومع تواتر تضيق البواب، تبقى المسببات المرضية غير واضحة. لا يزال الجدل قائماً حول هذا النمط من العيوب، فيعدها بعضهم من التشوهات الخلقية، في حين يعدها آخرون مكتسبة. ويبقى الاستعداد الجيني جنباً إلى جنب مع العوامل البيئية هو التفسير الأكثر قبولاً. وبعد فرط غاسترين الدم الوليدي وفرط حموضة المعدة والولادة المبكرة prematurity عوامل خطر لظهور هذه الحالة. ويزيد تدخين الأم الحامل من عامل الخطر بنسبة تصل إلى الضعفين.



الشكل (٧): رسم توضيحي لتضيق البواب. تشخص عضلات البواب وتتضخم فتضيق الفتحة بين المعدة والأمعاء مما يؤدي إلى عرقلة وصول الطعام إلى الأمعاء الدقيقة

كما أشارت العديد من الدراسات إلى أن الإرضاع الصناعي بدلاً من الرضاعة الطبيعية يزيد من خطر الإصابة أيضاً، لكنها لم تحدد فيما إذا كان السبب يعود إلى آلية الإرضاع الصناعي أو أنه يرجع إلى تركيب الحليب الصناعي ذاته. كما يعد تناول بعض الأدوية عن طريق الضم في الأسابيع الستة الأولى من الحياة، مثل أزيثروميسين أو الأريثروميسين من مسببات تضيق البواب. أثبتت الدراسات أن الأب والأم يساهمان في ظهور هذا النمط من التشوه، مما يشير إلى أن البيئة داخل الرحم لا تعد عاملاً مسبباً. تلاحظ حالة تضيق البواب في الرضع ذوي الأصول

القوقازية على نحو شائع، في حين يظهر بنسب أقل بين الهنود والشعوب الآسيوية. ويظهر بنسبة ٦-٣٣٪ مترافقاً مع تشوهات أخرى في الجهاز العصبي المركزي والسبيل الهضمي أو البولي.

كما لوحظ أن المولود الأول يكون مصاباً في ٣٠-٤٠٪ من الحالات، وتزيد القصة العائلية من احتمال الإصابة، كما تزداد بمعدل خمسة أضعاف في حالة القرابة بين الأبوين من الدرجة الأولى.

أكدت الدراسات المدرسية (الكلاسيكية) دور الاستعداد الجيني بوصفه أحد مسببات تضيق البواب، إذ عرف هذا المرض بأنه نموذج عن الأمراض الوراثية متعددة العوامل المتأثرة بالجنس Sex-influenced؛ إذ تفوق إصابة الذكور إصابة الإناث بنسبة ٥: ١. ونادراً ما يحدث نتيجة لتوريث جسدي سائد.

المراجع: (١) (٢) (٣) (٤) (٥) (٦) (٧) (٨) (٩) (١٠) (١١) (١٢) (١٣) (١٤) (١٥) (١٦) (١٧) (١٨) (١٩) (٢٠) (٢١) (٢٢) (٢٣) (٢٤) (٢٥) (٢٦) (٢٧) (٢٨) (٢٩) (٣٠) (٣١) (٣٢) (٣٣) (٣٤) (٣٥) (٣٦) (٣٧) (٣٨) (٣٩) (٤٠) (٤١) (٤٢) (٤٣) (٤٤) (٤٥) (٤٦) (٤٧) (٤٨) (٤٩) (٥٠) (٥١) (٥٢) (٥٣) (٥٤) (٥٥) (٥٦) (٥٧) (٥٨) (٥٩) (٦٠) (٦١) (٦٢) (٦٣) (٦٤) (٦٥) (٦٦) (٦٧) (٦٨) (٦٩) (٧٠) (٧١) (٧٢) (٧٣) (٧٤) (٧٥) (٧٦) (٧٧) (٧٨) (٧٩) (٨٠) (٨١) (٨٢) (٨٣) (٨٤) (٨٥) (٨٦) (٨٧) (٨٨) (٨٩) (٩٠) (٩١) (٩٢) (٩٣) (٩٤) (٩٥) (٩٦) (٩٧) (٩٨) (٩٩) (١٠٠)

بالمقابل تبين في بعض الدراسات أن احتمال إنجاب الإناث المصابات لذرية مصابة هو ثلاثة أضعاف احتمال إصابة الذكور. ويكون خطر إنجاب ذكور مصابين لأمهات مصابات بنسبة تصل إلى ٢٠٪.

ارتبطت عدة مواقع جينية بحالات تضيق البواب، ومن تلك المواقع بعض الجينات على الذراع الطويلة للصبغي ١٢ والذراع القصيرة من الصبغي ١٦ (16p13-p12)، وعلى الذراع الطويلة منه أيضاً (16q24)، وكذلك بعض الجينات على الذراع الطويلة من الصبغي ١١ (11q14-q22)، وعلى الذراع الطويلة من الصبغي الجنسي X (Xq23). فعلى سبيل المثال بينت بعض الدراسات دور تغير التعبير الجيني للجين NOS1 الواقع على الذراع الطويلة من الصبغي ١٢، وكذلك ارتباط بعض التعددات الشكلية polymorphisms في الجين ذاته بحالات تضيق البواب.

الأمراض الوراثية المتعددة العوامل اللاتشوهية الخلوية

محمد علي عجلوني

يُدرس من هذه الأمراض:

١- داء ألزهايمر.

٢- الفصام .

٣- الاضطراب المزاجي ثنائي القطب.

٤- السرطان (من كل الأنماط).

٥- السكري.

٦- الربو .

٧- الذاتوية.

٨- داء الشريان الإكليلي.

٩- فرط الضغط الشرياني.

١٠- البدانة.

١- داء ألزهايمر Alzheimer disease

يصيب هذا المرض (المسؤول عن ٦٠-٧٠٪ من حالات الاعتلال المعرفي المتروقي بين المسنين) ١٠٪ من الناس فوق عمر ٦٥ سنة؛ و٤٠٪ فوق ٨٥ سنة، ويتميز بالخرف dementia المتروقي ويفقد الذاكرة ويتشكل لويحات نشوانية وحبائك (تشابكات) tangles ليفية عصبية في الدماغ؛ ولا سيما في القشر الدماغي والحُصين hippocampus. تسبب اللويحات والحبائك خسارة متروقية في العصبونات، ويحدث الموت بعد ١٠-١٧ سنوات من ظهور أول عرض.

يتضاعف اختطار حدوث داء ألزهايمر في من يوجد في أحد أقربائه من الدرجة الأولى إصابة بالداء. ينجم ٩٠٪ من الحالات عن طفرة في أكثر من موضع locus واحد، ويتبع نحو ١٠٪ نمط الانتقال الصبغي الجسدي السائد. كما يصاب ٣-٥٪ من المرضى في سن مبكرة (بعمراً أقل من ٦٥ سنة) ويرجع هذا أن يكون المرض موروثاً بطراز صبغي جسدي سائد.

داء ألزهايمر هو مرضٌ جيني متغاير الجينات. يمكن عزو نصف الحالات ذات البدء المبكر إلى طفرات في واحد من ثلاثة جينات تؤثر ثلاثتها في ترسب النشواني بيتا -β amyloid. يتشابه جينان منها- وهما: presenilin 1 (PS1) وpresenilin 2 (PS2) - فيما بينهما تشابهاً كثيراً؛ وتشارك منتجاتهما في تشطر بروتين طليعة النشواني بيتا -β amyloid precursor (APP) بواسطة إنزيم γ-secretase (الذي يقوم بعملية تعديل بعد الترجمة). تحد طفرات كسب الوظيفة الحادثة في الجينين PS1 و PS2 من تشطر APP بحيث تتراكم

أشكاله المنتجة للنشواني بيتا على نحو مفرط وترسب في الدماغ، ويُعتقد أن هذا هو السبب الأساسي لداء ألزهايمر. تؤدي الطفرات في PS1 نموذجياً إلى بدء مبكر على نحو خاص بحيث تحدث الأعراض الأولى للمرض في العقد الخامس من العمر، كما ينجم عدد صغير من حالات الداء ذات البدء المبكر عن طفرات في جين ثالث هو جين APP الذي يرمز بروتين APP نفسه؛ والذي يتوضع على الصبغي (٢١). تخرب هذه الطفرات الموضع الطبيعية لتشطر secretase؛ مما يسبب أيضاً إنتاج بروتين شاذ طويل. وما يثير الانتباه وجود ثلاث نسخ لهذا الجين في الأفراد المصابين بتثلث الصبغي (٢١)، حيث تؤدي النسخة الزائدة إلى ترسب النشواني وحدث داء ألزهايمر في المصابين بمتلازمة داون. هناك عامل اختطار مهم لحدوث الشكل المتأخر البدء من داء ألزهايمر، وهو التفاوت الأليلي allelic variation في جين apolipoprotein E (APOE) الذي يملك ثلاثة الأليل رئيسية: ε٢ و ε٣ و ε٤. أظهرت دراسات أجريت في شعوب مختلفة أن الأفراد الذين يملكون نسخة واحدة من الأليل ε٤ يرجح أن يصابوا بداء ألزهايمر بمعدل ٢-٥ أضعاف إصابة عموم السكان. يختلف الاختطار إلى حد ما بحسب السكان، إذ يزداد الاختطار المرتبط بإبسيلون (ε٤) عند الأوروبيين واليابانيين؛ وينخفض نسبياً عند شعوب أمريكا اللاتينية Hispanic والأمريكيين الأفارقة. وعلى الرغم من الارتباط القوي بين إبسيلون (ε٤) وداء ألزهايمر فإن نصف الأفراد الذين يصابون بالداء متأخر البدء تقريباً لا يملكون نسخة إبسيلون (ε٤)، ويبقى العديد من متماثلي الأليل إبسيلون (ε٤) خالين من الداء حتى في سن متقدمة. لا يشارك المنتج البروتيني لجين apolipoprotein E في شطر APP، ويبدو أنه يشارك في التخلص من النشواني في الدماغ.

يشير تقريس scan المجين إلى وجود جينات داء ألزهايمر إضافية مع دليل قوي على وجود جينات مؤهبة في الصبغيات (١٠) و (١٢) على نحو خاص. يرمز جين متوضع في الصبغي (١٢) إلى بروتين α-2 macroglobulin، وهو مثبط بروتياز يتأثر مع جين apolipoprotein E. يرمز جين آخر في هذه المنطقة بروتيناً مرتبطاً بمستقبله الليبوبروتين منخفض الكثافة LRP الذي يتأثر أيضاً مع apolipoprotein E، وليس من المؤكد أن لهذه الجينات شأناً مهماً في حدوث الداء.

لدهاء الزهايمر ملامح عديدة تجعله حروناً على التحليل الجيني؛ فإضافة إلى تغاير جيناته من الصعب التأكد من تشخيص المرض في الأفراد الأحياء؛ وإنما يتم بفحص الدماغ في الجثة فقط؛ على الرغم من أن الملامح السريرية وتصوير الدماغ يوفر دليلاً قوياً على أن الفرد مصاب بداء الزهايمر، ولما كانت أعراض المرض قد تبدأ متأخرة جداً فقد يموت بعض حاملي الطفرة المؤهبة بسبب آخر قبل ظهور أعراض المرض، ويوضع التشخيص لذلك خطأً على أنهم غير حملة. تظهر هذه الأنماط من الصعوبات ليس فقط مع داء الزهايمر وإنما مع أنماط عديدة أخرى شائعة من أمراض الكهولة، وعلى الرغم من هذه العوائق فقد حُدد اليوم العديد من جينات داء الزهايمر؛ مما أدى إلى فهم المرض فهماً أفضل؛ وإلى إمكان وضع علاج أكثر نجاعة.

٢- الفصام Schizophrenia

يصيب الفصام ١٪ من سكان العالم، ويمثل مع الاضطراب المزاجي ثنائي القطب bipolar disorder المرضين النفسيين الرئيسيين، وهو مرض نفسي مدمر؛ يشيع بدؤه في سن اليافع المتأخر أو أول الكهولة؛ ويتميز بشذوذات في التفكير والانفعال والعلاقات الاجتماعية، وغالباً ما يرافقه تفكير وهامي delusional وهلاوس hallucinations (جمع هلوس) ومزاج مضطرب وابتعاد عن الواقع وسلوك غريب أو انسحابي أو غير ملائم (الفصام - على النقيض من المعتقد الشائع - ليس هو اضطراب الشخصية المنسحقة). دعمت دراسات التوائم والتكسد aggregate العائلي (أي وجود عدة إصابات في العائلة) الإسهام الجيني في الفصام. يقترب اختطار ظهور المرض في ذرية والد مصاب من ٨-١٠٪، وهو أعلى بعشرات المرات من الاختطار في عموم السكان. ترتفع الاختطارات التجريبية حين وجود أقرباء مصابين كثير، فنسبة الاختطار - مثلاً - في فرد لديه شقيق وأب مصابان، هي نحو ١٧٪، وتصبح النسبة ٤٠-٥٠٪ إذا كان أبواه مصابين. وينقص الاختطار حين يكون الفرد المصاب في العائلة قريباً من الدرجة الثانية أو الثالثة. تشير دراسات التوائم والتبني إلى أنه من المرجح أن يكون للعوامل الجينية شأن في المرض. يقدر معدل التوائم في التوائم أحادية البيضة بـ ٤٠-٦٠٪ وفي التوائم ثنائية البيضة بـ ١٠-١٦٪.

أنجز أكثر من ٢٠ تجربة scans جينية في محاولة لتحديد مواضع جينات الفصام، وقد حُدد العديد من المناطق الصبغية ولا سيما الجينات التي يعبر عنها في الدماغ (التي تتأثر منتجاتها مع مستقبلات الغلوتامات)، وجدير بالذكر

منها: dysbindin (الصبغي 6p) و neuregulin 1 (الصبغي 8p) و D-amino-acid-oxidase activator (الصبغي ١٣)؛ لكن آليات عمل هذه الجينات ما زالت مجهولة.

هناك استثناء مهم هو النسبة المئوية الصغيرة (> ٢٪) من كل الفصامين الموجودة عند أفراد لديهم خبون خلالية interstitial deletions في صبغيات محددة؛ مثل خبن 22q11 المسؤول عن المتلازمة الشراعية القلبية الوجهية. يقدر أن ٢٥٪ من المصابين بهذه المتلازمة يصابون بالفصام حتى في غياب معظم العلامات الجسدية الأخرى المميزة للمتلازمة؛ والآلية غير معروفة. كذلك وجدت خبون خلالية صغيرة (١-٥ Mb) متكررة في 1.1q21، 1.2q15، 1.3q15 في نسبة مئوية صغيرة من المصابين بالفصام، لكن الأذيات الجينية غير معروفة في معظم المصابين بالفصام؛ ولذلك يجب أن تعتمد التوعية الوراثية على أرقام الاختطار التجريبية.

٣- الاضطراب المزاجي ثنائي القطب Bipolar disorder يُعرف أيضاً بالاضطراب الهوسي-الاكتئابي depressive mania، وهو نفاس psychosis تُشاهد فيه تآرجحات مزاجية شديدة وعدم استقرار عاطفي. يقترب انتشار المرض في عموم السكان من ٥، ٠-١٪، لكنه يرتفع إلى ٥-١٠٪ عند أشخاص أحد أقربائهم من الدرجة الأولى مصاب. أثمرت دراسة دنماركية اعتمدت على سجل توائم عن معدل تواؤم concordance ٩٧٪ و ٢٤٪ من أجل التوائم أحادية البيضة والتوائم ثنائية البيضة على الترتيب. أشار العديد من دراسات الارتباط linkage analysis إلى احتمال ارتباط العديد من الجينات بالمرض؛ حُدد بعضها بسبب مشاركة نواتجها في أنظمة النقل العصبي التي تستهدفها الأدوية العلاجية (كأجهزة السيروتونين والدوبامين والنورأدرينالين). من الأمثلة على هذه الجينات الجين الذي يرمز Monoamine oxidase A (MAOA)، وناقلة السيروتونين (SHTT) و catechol methyltransferase (COMT) -وهي ترافق الاستعداد للفصام؛ لكن ليس ثمة إجماع عام على شأن هذه الجينات في الاضطراب ثنائي القطب؛ وما زال التأثير الدقيق لطفرات هذه الجينات غير واضح.

٤- السرطان Cancer

يعد السرطان ثاني سبب رئيسي للوفاة في الولايات المتحدة، ويعتقد أنه قد يتجاوز عما قريب مرض القلب سبباً رئيساً للوفاة. من الثابت تقريباً أن العديد من الأنماط الرئيسية للسرطان (مثل الثدي، القولون، المثة، المبيض) تتعقد على نحو واضح في بعض العائلات، وينجم ذلك عن

سرطانات الثدي ليست موروثية كمرض مندلي. ومن المعروف أن عدداً من العوامل البيئية يزيد من اختطار حدوث سرطان الثدي، تشمل هذه العوامل: عدم الإنجاب: الحمل بالولد الأول قبل سن ٣٠، القوت العالي الدهن، تناول الكحول؛ المعالجة المعيزة للإستروجين.

ب- سرطان القولون والمستقيم: يعتقد أن ٢٠/١ من الأمريكيين يصاب بسرطان قولون ومستقيم؛ وأن ثلث الأشخاص تقريباً يموتون بسببه. وقد حدثت ٥٧٠٠٠ حالة وفاة بسبب سرطان القولون والمستقيم في الولايات المتحدة في عام ٢٠٠٥. يعد هذا السرطان ثاني أكثر سبب وفاة من السرطان شيوعاً بعد سرطان الرئة. وكما في سرطان الثدي يتعتقد سرطان القولون والمستقيم ضمن عائلات. يكون اختطار الإصابة به عند أناس لديهم قريب واحد مصاب من الدرجة الأولى أكثر بـ ٢-٣ مرات من اختطار الإصابة بين عموم السكان.

ينجم سرطان القولون العائلي عن طفرات في الجين الكابت للورم APC؛ أو عن طفرة في واحد من جينات تصليح غلط توافق mismatch الدنا الستة الخاصة بسرطان القولون والمستقيم اللاسلانلي الوراثي HNPCC colonic cancer hereditary nonpolyposis. هناك سبب آخر أقل شيوعاً لسرطان القولون الموروث هو متلازمة Peutz-Jeghers الصبغية الجسدية السائدة. ينجم نحو نصف حالات بوتز - جيفرز عن طفرات في الجين الكابت للورم STK11 الذي يرمز كينازاً بروتينياً. يُشخص داء السلانل المعوي اليفعي - وهو داء صبغي جسدي سائد - بظهور ١٠ سلانل أو أكثر قبل سن البلوغ، وقد ينجم عن طفرات في جين SMAD4؛ أو في جين BMPRA1 (جين مستقبل كيناز سيرين - تريونين)؛ أو في حالات نادرة في جين PTEN.

ومعظم حالات سرطان القولون والمستقيم (أكثر من ٩٠٪) ليست موروثية على نحو صريح، ويرجح أن تنجم عن تأثير معقد بين طفرات جينية جسدية وعوامل بيئية. تشمل العوامل البيئية نقص النشاط الفيزيائي، والقوت المنخفض الألياف العالي الدهن.

ج- سرطان المثة: يعد ثاني أكثر سرطان مشخص عند الرجال شيوعاً بعد سرطان الجلد، بوقوع مقدر بـ ٢٣٠,٠٠٠ حالة جديدة سنوياً في الولايات المتحدة. يزيد وجود قريب درجة أولى مصاب بهذا المرض اختطار حدوث سرطان المثة ٢-٣ مرات. يقدر أن نحو ٥-١٠٪ من حالات سرطان المثة تنجم عن طفرات موروثية. يجعل عمر البدء المتأخر نسبياً

مشاركة العوامل الجينية والبيئية. وعلى الرغم من عزل العديد من الجينات السرطانية؛ فإن للعوامل البيئية شأناً مهماً أيضاً في حدوث السرطان بسبب تدخلها في حدوث الطفرات الجسدية. يعتقد على نحو خاص أن التدخين مسؤول عن ثلث السرطانات في البلدان المتطورة جاعلة إياه أهم سبب معروف للسرطان. القوت (أي المواد المُسرطنة وغياب المُكونات المضادة للسرطان كالألياف والفواكه والخضر) سبب رئيسي آخر للسرطان، وقد يكون مسؤولاً أيضاً عن نسبة قد تصل إلى ثلث حالات السرطان. يعتقد أن نحو ١٥٪ من كل حالات السرطان في جميع أنحاء العالم تنجم عن عوامل خمجية (مثال فيروس الورم الحليمي البشري في سرطان عنق الرحم، وفيروس التهاب الكبد B وC في سرطان الكبد).
١- سرطان الثدي: يعد ثاني أكثر سرطان مُشخص (بعد سرطان الجلد) شيوعاً بين النساء، يصيب نحو ١٢٪ من النساء الأمريكيات اللواتي يعشن ٨٥ سنة أو أكثر؛ ويميت نحو ٤٠٠٠٠ امرأة سنوياً في الولايات المتحدة. وقد كان السبب الأول للوفيات من السرطان بين النساء، لكن سبقه سرطان الرئة مؤخراً. قد يحدث سرطان الثدي عند الرجال أيضاً؛ لكن انتشاره عندهم أقل بمئة مرة مما هو عند النساء. التكدس العائلي لسرطان الثدي معروف منذ قرون، فإذا كان لدى امرأة قريبة من الدرجة الأولى مصابة يتضاعف اختطار إصابتها بسرطان الثدي، ويزداد الاختطار أكثر مع ازدياد عدد القربيات المصابات؛ ويزداد أكثر إذا حدث السرطان في هؤلاء القربيات بمرحلة عمرية مبكرة (قبل سن ٤٥ سنة من العمر).

ثمة عدة جينات يعرف الآن أنها تؤهب النساء لحدوث سرطان الثدي الوراثي، ومن أهمها BRCA1 وBRCA2؛ وهما جينان يشتركان في تصحيح كسور الدنا DNA ثنائية الطاق. كما يمكن لطفرات الخلايا الجنسية التي تحدث في جيني TP53 وCHK2 أن تسبب متلازمة Li-Fraumeni التي تؤهب أيضاً لسرطان الثدي. ينجم داء Cowden (وهو مرض نادر يتميز بالإصابة بأورام عابية hamartomas متعددة وسرطان ثدي) عن طفرات في الجين الكابت للورم PTEN، كما تنجم متلازمة الرنح وتوسع الشعيرات الصبغية الجسدية المتنحية عن عيب في تصليح الدنا، ومن تظاهرات هذه المتلازمة سرطان الثدي. كما أن طفرات في جينات تصليح الدنا MSH1 وMLH2 - التي تؤدي إلى السرطان المستقيمي القولوني اللاسلانلي الوراثي (HNPCC) - تزيد اختطار حدوث سرطان الثدي. يجب التأكيد أن أكثر من ٩٠٪ من

كان المصاب أياً.

تشير دراسات التوائم التي أثبتت عدم التوافق concordance ١٠٠% بين التوائم أحادية البيضة في حدوث السكري نمط (١)؛ إلى أن الجينات ليست هي المسؤول الوحيد عن المرض؛ وأن عدوى فيروسية نوعية تسهم في إحداثه عند بعض الأفراد على الأقل.

درس تصاحب الألائل نوعية من الهلا صنف II مع السكري (١) على نحو واسع، ومن المعتقد أن نظام الهلا مسؤول عن ٤٠% تقريباً من التعنق العائلي للسكري (١). يملك نحو ٩٥% من القوقازيين المصابين بالسكري (١) الألائل الهلا التالية: DR3 و/أو DR4، في حين يملك نحو ٥٠% من عموم الناس أحد هذين الأليلين. إذا كان كل من المستلقت المصاب وشقيقه متخالفي الألائل بالنسبة إلى DR3 و DR4 يكون اختطار ظهور المرض عند الشقيق قريباً من ٢٠% (أي نحو ٤٠ مرة أكثر من اختطار الناس عامة).

ب- السكري نمط (٢):

كان يسمى في السابق السكري غير المعتمد على الأنسولين NIDDM، وانتشاره في تزايد؛ إذ يصيب ٧-١٠% من الأفراد في البلدان الغربية؛ على النقيض من السكري نمط (١) الذي كان يسمى السكري المعتمد على الأنسولين IDDM والذي يتظاهر نموذجياً عند الشباب بأعمار بين ١٠-١٣ سنة، وينجم عن ارتكاس مناعي ذاتي ضد الخلايا بيتا في الجزر المعشكالية. يتظاهر السكري نمط (٢) على نحو عام في الكهولة وينتج من عدم كفاية إفراز الأنسولين مع المقاومة للأنسولين. كلا نمطي السكري (١) و(٢) متعدد العوامل، يسهم في تطورهما عوامل جينية وبيئية ولا سيما مساهمة السمّة في السكري (٢)، لكن المساهمة الجينية نسبياً أكثر أهمية في السكري نمط (٢)؛ لأن معدل التوافق فيه في التوائم أحادية البيضة يقترب من ١٠٠% مقارنة بـ ١٠% في التوائم ثنائية البيضة و ١٠% في أقارب الدرجة الأولى الآخرين.

وعلى النقيض من السكري نمط (١) لا يوجد في السكري (٢) اشتراك مهم مع مستضد هلا محدد، ولكن حدّ من دراسات الترابط العديد من المتفاوتات الجينية genetic variations المؤهبة الشائعة نسبياً. من الأمثلة عن تلك المتفاوتات الجينية التي تتدخل في السكري (٢) يذكر جين FTO الذي يؤثر تأثيراً أساسياً في السمّة وثانويّاً في إنقاص عمل الأنسولين. وقد تزيد متفاوتات جينية أخرى مثل: KCNJ11، CDKAL1، TCF7L2 أيضاً من اختطار الإصابة

لمعظم سرطانات الموتة (العمر الوسطي ٧٢ سنة) التحليل الجيني صعباً، لكن لوحظ أنه قد تخالف الألائل في عدد من المناطق الجينية في خلايا ورم الموتة؛ مما يشير إلى احتمال وجود تبدلات جينية في تلك المناطق. كما أشارت التفريسات الجينية genom scans إلى أن عدة مناطق جينية قد تحوي جينات الاستعداد لسرطان الموتة، ومن أكثرها أهمية - والمثبت في عدة دراسات - منطقة موجودة في 1q التي تحوي جين RNASEL. ينظم مُنتَج هذا الجين - وهو ريبونوكلياز L- التكاثر الخلوي والاستماتة apoptosis، ويعتقد أنه كابح للورم. الطفرات في RNASEL مسؤولة عن نسبة مئوية صغيرة من حالات سرطان الموتة العائلية. وقد تشمل عوامل الاختطار غير الجينية لسرطان الموتة القوت العالي الدهن. ويمكن الوقاية من النقائل metastasis المميتة عادة بسبب ترقي سرطان الموتة البطيء وإمكان كشفه بالفحص الأصبغي وباختبار المستضد النوعي للموتة prostate-specific antigen (PSA).

٥- السكري Diabetes mellitus

سبببات السكري معقدة وليست مفهومة على نحو كامل، وثمة تطور في فهم الأساس الجيني لهذا الداء الذي يؤلف السبب الرئيس للعمى والشلل الكلوي وبترا الطرف السفلي؛ والسبب الرئيسي لمرض القلب والسكتة stroke في سن الكهولة. والسكري عملياً هو مجموعة متغايرة من الاضطرابات تتميز جميعها بارتفاع سكر الدم. وينبغي التركيز على ثلاثة أنماط رئيسة للسكري:

أ- السكري من النمط الأول:

يتميز بارتشاح الخلايا التائية للمعشكلة وتخریب الخلايا بيتا المنتجة للأنسولين، ويتظاهر قبل سن الأربعين من العمر، ويوجب على المريض استعمال الأنسولين. كما تتشكل أضداد ذاتية ضد خلايا المعشكلة يمكن ملاحظتها قبل فترة طويلة من ظهور الأعراض. وتشير هذه الموجودات - مع الترافق القوي بين السكري نمط (١) ووجود العديد من الألائل مستضدات الكريات البيض البشرية (HLA) من الصنف II- إلى أن السكري نمط (I) مرض مناعي ذاتي.

يرتفع الاختطار في أشقاء الأفراد المصابين ارتفاعاً كبيراً يصل تقريباً إلى ٦% مقارنة بالاختطار بين عموم الناس البالغ بين ٣، ٥، ٠، ٠%. يرتفع اختطار النكس أيضاً عند وجود والد سكري؛ على الرغم من أن هذا الاختطار يختلف بحسب جنس الوالد المصاب، فإن كان المصاب أمّاً يكون اختطار إنجاب طفل مصاب بالسكري نمط (١) بين ١-٣%؛ ويصبح ٣-٦% إن

٦- الربو Asthma

حالة التهابية مزمنة شائعة تصيب الطرق الهوائية مسببة نوبات من انسداد المسالك الهوائية.

سبببات الربو الطفولي:

على الرغم من أن السبب لم يحدد بعد فإن عدة عوامل من التعرضات البيئية والاستعدادات البيولوجية والجينية الموروثة هي المسؤولة عن حدوث الربو. فعند التوثي المستعد تتنبه الاستجابات المناعية لتعرض الطرق الهوائية للعوامل البيئية الشائعة (مثل الفيروسات التنفسية، المستأرجات allergens، التدخين، ملوثات الهواء) فتحدث التهاباً مديداً. وإصلاح أنسجة المسالك الهوائية المتأذية إصلاحاً مفرطاً يؤدي إلى اختلال وظائف الرئة.

وراثيات الربو:

تم حتى اليوم ربط أكثر من ١٠٠ موقع جيني بالربو على الرغم من ثبوت القليل منها في دراسات أترابية cohort حشدية مختلفة، يذكر منها المواضع الجينية التي تحوي جينات طليعة الأرجية proallergic وجينات طليعة الالتهاب proinflammatory. بسبب قابلية تورث الواسمات فوق الجينية epigenetic markers المستجيبة للتعرض البيئي والتي قد تؤدي إلى تبدلات سريعة ومستمرة في التعبير الجيني، فمن المعقول أن لتعديل الواسمات فوق الجينية شأنًا في نقل الربو.

العوامل البيئية والربو:

تحدث نوبات الأزيز المتكررة نتيجة الإصابة بفيروسات تنفسية شائعة؛ ولا سيما الفيروسات الأنفية المسببة للزكام، وكذلك عند التعرض للمستأرجات المنزلية وللتدخين وملوثات الهواء، والهواء البارد، وفرط التهوية الناجم عن الجهد الفيزيائي. وعلى الرغم من معرفة تأثير هذه العوامل البيئية في إصابة المستعدين بالربو تبقى آلية التأثير غير واضحة تماماً.

٧- الذاتوية (التوحد)، اضطرابات الطيف الذاتوي autism spectrum disorders

الملامح الرئيسية في هذا المرض هي اعتلال مستدام في التواصل والتأثير الاجتماعي المتبادل؛ وطُرُز سلوكية واهتمامات محصورة وتكرارية. يقدر انتشار المرض في الولايات المتحدة بنحو ١١/١٠٠٠، ونسبة إصابة الذكور إلى الإناث ٤/١.

السبببات وعوامل الاختطار:

العوامل الجينية والعائلية: هناك اختطار مرتفع لظهور

بالسكري (٢) بانقاص قدرة الخلايا المعثكلية على إفراز الأنسولين. ومن بين تلك الجينات يؤدي TCF7L2 إلى زيادة في احتمال إحداث السكري (٢) بنسبة ١,٣٧ ضعف الإصابة، ويضاعف ١٠٪ من الأوروبيين المتماثلين الألائل لهذا المتفاوت الجيني تلك الزيادة. يرمز هذا الجين عامل انتساخ يشارك في سبيل WNT الناقل للإشارة. وخلاصة القول يبدو أن المكون الجيني للسكري (٢) يتكون من اشتراك عدة متفاوتات جينية؛ لكل منها تأثير صغير؛ لكن في المجمع هذه التأثيرات الصغيرة للمتفاوتات الجينية الشائعة المحددة حتى اليوم مسؤولة فقط عن نحو ١٠٪ من وراثية heritability السكري (٢).

ج- السكري المرافق لجينات ذات تأثير كبير:

إضافة إلى هذه المتفاوتات الشائعة ثمة عدد من الجينات الطافرة ذات تأثير كبير يؤهب لأشكال أحادية الجين من السكري (٢). إذا أخذ كل جين على حدة يندر أن يؤدي إلى الإصابة بالسكري. تشمل هذه الأشكال من السكري الناجمة عن طفرة في جين واحد:

- سكري الشبان الناضجين maturity-onset diabetes of the young (MODY)

مرض صبغي جسدي سائد وأحد أشكال السكري (٢)، يحدث في غياب السمنة، تظهر أعراضه في عمر مبكر قبل سن (٢٥) سنة في الحالات النموذجية. وعلى الرغم من أن سبب المرض طفرات في (٥) جينات على الأقل؛ فإن العدد الكلي للأفراد المصابين يؤلف ٢٪ فقط أو أقل من المصابين بالسكري. وأكثر جين طافر شيوعاً في هذا الصدد هو جين HNF-1 α (Hepatocyte nuclear factor 1 α) حيث تشاهد طفراته في ٧٠٪ من حالات MODY. الجين الأقل شيوعاً الذي تسبب طفراته MODY هو جين HNF-4 α .

في المقابل تؤدي طفرات نقطية أو خيون مجينية كبيرة تحيط بجين HNF-1 β إلى ظهور توليفة مكونة من السكري (٢) مع أكياس كلوية وتشوهات تناسلية ونقرس مبكر البدء، كما قد تسبب طفرات في جين glucokinase هذا النوع من السكري؛ لكنها تسبب الشكل الخفيف الذي لا يتطلب العلاج بالأنسولين.

- السكري المتقدري mitochondrial diabetes: سكري

ينتقل من الأم ولا ينتقل من الأب، ويغلب أن يرافقه صمم حسي عصبي يتظاهر قبل السكري. وطفرة الاستبدال A3243G هي أكثر طفرة متقدريّة مسببة لهذا المرض الذي ينتهي إلى الاعتماد على الأنسولين. هناك طفرات متقدريّة عديدة أخرى ترافق السكري المتقدري.

المتطورة، ويعد عامل اختطار رئيسياً لداء الشرايين الإكليلية والسكتة والمرض الكلوي. قدرت دراسات ارتباطات ضغط الدم ضمن العائلات نسبة الإسهام الوراثي بنحو ٢٠-٤٠٪ للضغطين الانبساطي والانقباضي، وارتفعت هذه النسبة في دراسات التوائم إلى ٦٠٪. وتدل قلة الإسهام الجيني عن ١٠٠٪ بكثرة على وجود عوامل بيئية لها شأن مهم في حدوث فرط الضغط، وعلى رأس هذه العوامل الإكثار من تناول الملح ونقص النشاط الجسدي والكرب النفسي والسمنة.

إن تنظيم ضغط الدم عملية شديدة التعقيد تتأثر بالعديد من الأجهزة والعوامل الفيزيولوجية منها: الجهاز البولي، نقل الشوارد الخلوي، التوتر الوعائي، والقلب. بسبب هذا التعقيد تركّز دراسات كثيرة على مكونات محددة كنظام الرينين- أنجيوتنسين (المشارك في عود امتصاص الصوديوم والتقبض الوعائي)، والموسعات الوعائية كأوكسيد النيتريك أو جهاز كالكيرين-كينين، وأجهزة نقل الشوارد مثل (adducing)؛ أو نقل الصوديوم والليتييوم المعاكس countertransport. يرجح أن تكون هذه العوامل الفردية تحت سيطرة عدد صغير من الجينات. تنجم نسبة صغيرة من حالات فرط الضغط عن مرض أحادي الجين مثل متلازمة Liddle (نقص ألدسترون المصل وفرط الضغط) التي تنجم عن طفرات تبدل بروتين قناة الصوديوم الظهارية ENaC ومتلازمة Gordon (فرط الضغط، ارتفاع بوتاسيوم المصل، ارتفاع عود امتصاص الملح من الكلية) الناجمة عن طفرات في جين WNK1 أو جين WNK4 kinase. حدّد على الأقل (٨) جينات يمكنها أن تسبب أشكالاً نادرة من فرط الضغط تؤثر جميعها في عود امتصاص الماء والملح من قبل الكلية الذي يؤثر من ثم في ضغط الدم وحجمه. ومن المأمول أن يقود عزل هذه الجينات ودراساتها إلى تحديد العوامل الجينية التي تقف وراء ارتفاع ضغط الدم.

١٠- البدانة

تُعرف البدانة بأنها ارتفاع مشعر كتلة الجسد body mass index (BMI) في المصاب عن ٣٠ وتطبق هذا المعيار يكون ثلث الكهول البالغين بدينين، ويعاني الثلث الثاني من زيادة الوزن (BMI بين ٢٥-٣٠). تواصل نسبة انتشار السمنة لدى الكهول والأطفال ارتفاعها بسرعة؛ على الرغم من أن السمنة ليست ذاتها مرضاً؛ لكنها عامل اختطار مهم للعديد من الأمراض الشائعة؛ مثل أمراض القلب والسكتة وفرط الضغط الشرياني والسكري نمط (٢).

هناك ترابط قوي بين السمنة عند الوالدين والسمنة عند

المرض بين أشقاء المصابين؛ يضاف إلى ذلك تواتر التوائم المرتفع (٣٧-٩٠٪) في دراسات التوائم. وهناك العديد من الجينات يعتقد أنها تحدث الذاتوية؛ مع وجود دراسات تدعم وجود تبدلات جينية شائعة (يحملها < ٥٪ من عموم الناس) نادراً ما تسهم في تسبب الذاتوية.

فمثلاً: متلازمة Timothy التي تتميز بملامح وجهية معينة؛ ومرض قلبي خلقي؛ وتطاول فترة QT وتأخر تطور، وهي تنجم عن طفرة في جين L-type calcium channel 1.2، يظهر فيها طيف الاضطراب الذاتوي ASD. ترافق الذاتوية ASD أيضاً طفرات عديدة في الجين المتقدري.

من عوامل الاختطار غير الجينية يذكر تقارب الحمول، تقدم عمر الأم أو الأب، الخداج الشديد (> ٢٦ أسبوعاً حملياً)، وجود أفراد في العائلة لديهم صعوبات تعلم واضطرابات نفسية وصعوبات اجتماعية.

٨- داء الشريان الإكليلي (coronary artery disease CAD)

يقتل داء الشريان الإكليلي (د.ش.إ) نحو نصف مليون شخص سنوياً في الولايات المتحدة، وهو أحد أكثر الأسباب تواتراً للمراضة والوفيات في العالم المتطور. يسبب (د.ش.إ) الناجم عن التصلب العصيدي نحو مليون ونصف حالة احتشاء عضلة قلبية يموت منها أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ شخص سنوياً. يكلف (د.ش.إ) الدولة مبالغ سنوية طائلة. واختطار الذكور أعلى من الإناث سواء في العائلة المصابة أم في المجتمع عامة لأسباب مجهولة.

دعمت الدراسات العائلية ودراسات التوائم على نحو متكرر إسهام الوراثة في حدوث (د.ش.إ)؛ ولا سيما حين يحدث في أفراد صغار نسبياً. يشير طراز ارتفاع الاختطار إلى أنه حين يكون المستلفت أنثى أو صغيراً يرجح إسهام العوامل الجينية في احتشاء العضلة القلبية في العائلة، ومن ثم يرتفع اختطار الإصابة بالمرض عند أقارب المستلفت. مثال: اختطار الإصابة بالداء عند ذكر قريب من الدرجة الأولى لأنثى مصابة أعلى بسبعة أضعاف من اختطار النكس في عموم السكان؛ مقارنة بارتفاع الاختطار (٢,٥) ضعفين ونصفاً عند أنثى قريبة من الدرجة الأولى لمستلفت ذكر. وعندما يكون المستلفت المصاب أنثى وصغيرة السن (> ٥٥ سنة) يكون اختطار الإصابة بـ (د.ش.إ) أعلى أكثر من ١١ مرة من الإصابة في عموم السكان. وفي وجود أكثر من قريب مصاب بعمر صغير يزداد الاختطار على نحو كبير أيضاً.

٩- فرط الضغط الشرياني

يصادف المرض عند ربع الكهول في معظم البلدان

أطفالهم، ويمكن أن يعزى ذلك ببساطة إلى التأثيرات البيئية المشتركة (القوت والجهد الجسدي)، لكن هناك دليل جيد على إسهام المكون الجيني أيضاً. وقد أظهرت أربع دراسات أن أوزان أجسام الأفراد المُتبنين ترتبط على نحو كبير بأوزان آبائهم الأصليين وليس بأوزان آبائهم المُتبنين. كما توفر دراسات التوائم أيضاً دليلاً على التأثير الجيني في وزن الجسد؛ إذ قدرت غالبية هذه الدراسات نسبة التأثير هذه بـ ٦٠-٨٠%. وتُقدَّر وُروثية heritability البدانة fatness (التي تقاس بثخانة الطية الجلدية) بـ ٤٠-٥٠%.

أظهرت الدراسات الحديثة- التي ساعدت فيها نماذج الفئران على نحو كبير- وجود جينات متعددة؛ لكل منها شأن في البدانة عند البشر، المهم من بينها الجينات التي ترمز للبتين leptin ومستقبلته. تفرز الخلايا الشحمية هرمون اللبتين وترتبط بمستقبلات في البوطاء hypothalamus في موضع مركز السيطرة على شهية الجسد. وتؤدي زيادة مخازن الدهن إلى ارتفاع إفراز اللبتين؛ مما يؤدي إلى الشبع وفقد الشهية، ويؤدي انخفاض مستوى اللبتين إلى زيادة الشهية. وتعاني الفئران المصابة بطفرات فقد وظيفة جين اللبتين من شهية خارج السيطرة وتصبح بدينة، وعند حقنها باللبتين تفقد تلك الفئران الوزن. كذلك الفئران التي لديها طفرات في جين مستقبله اللبتين لا

تستجيب لرفع مستوى اللبتين وتصاب بالبدانة أيضاً. أدى انتساخ cloning الجين البشري المشابه للبتين الفأري ولجين مستقبلته إلى التنبؤ بأن اللبتين قد يكون مفتاح فقد الوزن عند الإنسان، لكن يملك معظم الناس البدينين مستوى مرتفعاً من هرمون اللبتين؛ مما يدل على أن جين اللبتين يعمل على نحو طبيعي، ولذلك يصبح جين مستقبله اللبتين هو المشتبه به، وهذا يعني أن جين اللبتين ومستقبلته ليسا هما العامل الوحيد المسبب للسمنة. وقد حددت بعض الدراسات طفرات في جين اللبتين وجين مستقبله اللبتين عند قلة من الناس الشديدي السمنة ($BMI < 40$). ول سوء الحظ لم تحل هذه الجينات مشكلة البدانة عند الإنسان. كما أظهرت التجارب السريرية التي تستخدم اللبتين الماشوب recombinant نقصاً معتدلاً في الوزن عند مجموعة صغيرة من الأفراد البدينين. يضاف إلى ذلك أن اللبتين يشارك في تأثيرات مهمة مع مكونات أخرى لضبط الشهية مثل الببتيد العصبي Y والهرمون المنبه للخلية الميلانينية ألفا ومستقبلته melanocortin-4. وُجدت طفرات في الجين المرمز لجين المستقبل melanocortin-4 عند ٣-٤% من الأفراد الشديدي البدانة. ويقود تحديد هذه الجينات البشرية إلى ضبط الوزن الطبيعي، وقد يؤدي في النهاية إلى علاج فعال لبعض حالات البدانة.

الاختبار مصدوقاً valid وموثوقاً reliable.

٣- مميزات نظام الاختبار: يجب أن تكون مصادر التشخيص والمعالجة متاحة، كما يجب وضع طريقة لتوصيل النتائج بكفاءة وفعالية. ومن أمثلة ذلك مرض بيلة الفينيل كيتون والغالاكتوزيميا وقصور الدرقية والتليف الكيسي؛ إذ تتوفر الشروط السابقة لتحريها في البلدان الأوروبية وأمريكا. تستخدم برامج التحري اختبارات قابلة للتطبيق على نحو واسع وغير مكلفة لتحديد الأفراد ذوي الاختطار. بعد كشف هؤلاء الأفراد تجرى لهم اختبارات أكثر دقة وتكلفة، وتستغرق وقتاً أطول. في هذا الإطار تؤكد مصدوقية validity اختبار التحري، يشير مصطلح المصدوقية إلى قدرة الاختبار على فصل الأفراد حاملِي المرض عن الأفراد السليمين. تضم المصدوقية مكونين: الحساسية والنوعية. حساسية الاختبار هي قدرته على تحديد الأفراد المصابين تحديداً صحيحاً، وتُقاس الحساسية بنسبة الأفراد المرضى الذين كان الاختبار إيجابياً لديهم (أي الإيجابيون الحقيقيون). أما النوعية فهي قدرة اختبار التحري على كشف الأفراد السليمين على نحو صحيح، وتُقاس بنسبة الأفراد الذين كانت نتيجة الاختبار لديهم سلبية (سلبية حقيقية). تتحدد النوعية والحساسية بمقارنة نتائج اختبار التحري بنتائج الاختبار التشخيصي النهائي definitive. من النادر توفر اختبار تحري حساسية ١٠٠٪ ونوعية ١٠٠٪؛ لأن طيف قيم الاختبار في مجموعة المرضى تتراكب مع قيم نتائج الاختبار في مجموعة من غير المرضى. لذلك يشخص اختبار التحري (بخلاف الاختبار التشخيصي القطعي الذي يليه) بعض الأفراد على نحو غير صحيح.

ثانياً - اختبار التكهّن predictive test،

يجرى هذا الاختبار لشخص لديه خطر الإصابة بمرض وراثي (شخص قبل أعراضه) بناءً على القصة العائلية، ويجرى عادة لزمرة من الأمراض التي تبدأ تظاهراتها في سن متأخرة كما في داء هنتنغتون والسرطان. يجب الحذر حين إجراء اختبار التكهّن؛ لأن وجود طفرة جينية لا يعني حتمية حدوث المرض في المستقبل (ظاهرة عدم الانتفاذ non penetrance). كما يخشى أن تؤدي النتيجة الإيجابية لاختبار الدنا إلى وصم الشخص، وقد لا تفيد النتيجة الإيجابية لاختبار التحري في التدبير الطبي للفرد.

الاختبار الوراثي هو تحليل الصبغيات أو الدنا أو الرنا أو البروتينات لكشف الاضطرابات التي قد تسبب مرضاً وراثياً genetic (أو مجينياً genomic).

أنماط الاختبارات الوراثية:

أولاً - اختبار تحري السكان population screening من أجل كشف مرض وراثي:

هو اختبار لتحديد أشخاص لديهم أنماط جينية محددة يُعرف أنها تسبب مرضاً أو تؤهب لحدوث مرض وراثي في الفرد، أو قد تؤدي إلى مرض في نسله. من أنماط اختبارات التحري الوراثي هذه: أولاً - تحري الولدان لكشف أمراض استقلابية موروثة، ثانياً - كشف الشخص الحامل متخالف الألائل. ثالثاً - تطبيق اختبار التحري على أفراد عائلات لديها قصة إيجابية لمرض مجيني (إجراء نمط نووي karyotype لكشف إزفاء متبادل متوازن في أفراد عائلة لديها فرد أو أكثر يحمل شذوذاً صبغياً).

في الواقع يهدف التحري إلى التبكير في معرفة الاضطراب الذي يؤدي التدخل فيه إلى منع حدوثه أو إلى علاجه باكراً، كما في تحري الأمراض الاستقلابية عند الولدان، أو يساعد على حسن اختيار قرار الإنجاب، كما في كشف حَمَلَة طفرة صغية جسدية متنحية. فبعد شرح مدى احتمال إنجاب طفل مصاب، وإذا كان التشخيص قبل الولادي أو قبل التعشيش ممكناً يتخذ الفرد أو الزوجان قرار الإنجاب (مع التشخيص قبل الولادي) أو الامتناع عنه. يجب تأكيد النتيجة الإيجابية لاختبار التحري الوراثي بإجراء اختبار وراثي تشخيصي أكثر دقة.

يجب قبل تطبيق اختبار التحري توفر المعلومات التي تفيد في معرفة مدى ملاءمة هذا الاختبار، مثل:

١- مميزات المرض: يجب أن يكون المرض جدياً وشائعاً نسبياً وذلك لتسويغ تكاليف الاختبار التي يجب أن تفوق الفوائد المجنية منه تلك التكاليف. ويجب أن يكون سير المرض الطبيعي مفهوماً على نحو جيد، كما يجب أن يتوفر له علاج مقبول وفعال، أو في بعض الأمراض الوراثية يجب توفر التشخيص قبل الولادي إن لم يكن العلاج الفعال متوفراً بحيث يمكن للوالدين أن يُنْهيا الحمل.

٢- مميزات الاختبار: يجب أن يكون اختبار التحري مقبولاً من الناس، سهل الإجراء، غير مكلف نسبياً، ويجب أن يكون

اختبار وراثي واسعة. يمكن تشخيص الأمراض الوراثية أحادية الجين، مثل التالاسيميا والتليف الكيسي بثلاث مقاربات متنوعة على الأقل: تحليل الارتباط linkage analysis، ومنظومة التهجين المجيني المقارن Array comparative genomic hybridization (aCGH)، وتحليل الطفرة المباشر (المعتمد على معرفة سلسلة الدنا DNA sequence-based) بسلسلة الجين الطافر أو بعدد من طرائق الوراثة الجزيئية، كقلائل النوكليوتيد النوعية للأليل allele specific oligonucleotides (ASO)، وطريقة تعدد أشكال أطوال الشداف المتقطعة Restriction fragment length polymorphisms (RFLP)، وطريقة MLPA وطريقة QF-PCR وغيرها كثير.

- يستخدم تحليل الارتباط إذا كان توضع الجين المسؤول عن المرض معروفاً على الصبغي لكنه غير محدد بدقة بعد، أو إذا كان من غير العملي تحديد طفرة نوعية محددة بسبب الحجم الكبير والعدد الكبير للطفرات المختلفة في بعض الجينات، مثل جين الورام الليفي العصبي neurofibromatosis.

- يمكن استخدام aCGH لكشف خيون أو ترفيلات في عدة جينات كبيرة الحجم بالتحليل نفسه. كما يمكن تطبيق هذا التحليل aCGH على جين واحد أو على جزء من جين (عالي الميز high resolution). يفضل إجراء تحليل الطفرة المباشر الذي أصبح ممكناً مع توفر تسلسل المجين البشري الكامل. أدت المعرفة المتزايدة للآلية الجزيئية للأمراض إلى كشف زمرة من الأمراض سميت أمراضاً قليلة الجينات oligogenic (كالداء السكري والصرع والذاتوية والفصام والربو)، يساهم في إحداثها أكثر من جين؛ مما يعطي نمطاً ظاهرياً معقداً لكل مرض. لقد وفرت القدرة على سلسلة مئات الجينات وكذلك الآلاف في الوقت نفسه القدرة على الفوص في هذا التعقيد في الآلية الإراضية للمرض الوراثي.

إن التطور الأكثر فائدة في مجال تطوير تطبيقات اختبار الدنا التشخيصي هو تطبيق تكنولوجيا السلسلة بالأجهزة الحديثة (أجهزة الجيل الثالث) التي تسمح بسلسلة مجموعة من الجينات (رعييل panel) التي تحدث طفراتها عرضاً محدداً، (يطبق هذا التحليل لتحديد سبب عرض ما كالرنج الذي يشاهد في عدد من الأمراض الناجمة عن جينات مختلفة)، أو تسمح بسلسلة كل إكزونات الفرد whole exome sequencing (WES) حيث يجري تحليل الأجزاء المرمزة لنحو ٢٠٠٠٠ جين في عينة واحدة.

وقد يشمل الوصم كريباً نفسياً، وربما يؤدي إلى إهمال الفرد صحته، أو الانتحار، أو امتناع شركات الضمان الصحي عن قبوله فيها، أو رفض توظيفه في الشركات أو غيرها.

ثالثاً - اختبار الأهبة predispositional:

الغاية من إجراء اختبار الأهبة هو وضع خطة تهدف إلى إنقاص اختطار الإصابة بمرض ضمن خطة أكبر مفصلة للشخص تهدف إلى العناية بصحته ومرتبطة بالمرض الذي هو في خطر الإصابة به، مثال ذلك كشف أليل BRCA1 طافر عند امرأة شابة لديها قصة عائلية قوية لسرطان الثدي يجعلها في خطر إصابتها بسرطان الثدي خلال حياتها بنسبة ٨٦٪؛ لذلك توضع لهذه الفتاة خطة مراقبة طبية، كإجراء تصوير الثدي الشعاعي mammography كل سنة. الفرق بين هذا الاختبار واختبار التكهّن هو أن اختبار التكهّن يطبق على الأمراض عالية الانتفاذ ومتأخرة ظهور الأعراض، أي تبدأ أعراض المرض في سن متقدمة كمرض هنتنغتون والرنج المخيخي الشوكي، في حين يطبق اختبار الأهبة على الأمراض متعددة العوامل التي لا يوجد لها جين واحد معروف ومحدد وإنما عوامل جينية متعددة، إضافة إلى عوامل غير جينية، كالسكري والربو وارتفاع الضغط الشرياني.

رابعاً - الاختبار الوراثي الدوائي pharmacogenetic testing:

قد يؤدي تعدد أشكال polymorphisms الجينات التي تستقلب الأدوية إلى طرر متميزة من امتصاص دواء ما أو استقلابه أو إفراغه أو فعاليته. تُرشد معرفة الأنماط الجينية للفرد إلى العلاج الدوائي، إذ تسمح باختيار الدواء المناسب والجرعة التي تجنبه السمية وتوفر له العلاج الناجع، مثال ذلك تحديد تعدد شكل جين MTHFR الذي يرفع من احتمال حدوث سمية تجاه العلاج بالميتوتركسات الذي يطبق في الابيضاض اللمفي الحاد.

خامساً - الاختبار التشخيصي diagnostic testing:

هو تحليل المادة الوراثية التي تكون إما صبغية (الوراثيات الخلوية cytogenetics)، وإما مجموعة متنوعة من التحاليل المعتمدة على الدنا. يجري هذا الاختبار لإثبات تشخيص مرض وراثي. ينتقى نوع الاختبار اعتماداً على الأعراض فطفل يشكو من فشل نمو ومن أخماج رئوية متكررة يجري له اختبار كشف طفرة التليف الكيسي، أما المريض الذي توحى أعراضه إلى متلازمة داون فيجرى له تحليل النمط النووي karyotype. إن قائمة الاضطرابات التي يتوفر لها

للتشخيص بتحليل الدنا أو بتحليل كيميائي بيولوجي. أما المعلومات التي تؤخذ من البزل فهي:

١- تحديد جنس الجنين:

يجرى هذا التحليل للإناث الحاملات carriers اضطراباً جدياً مرتبطاً بالإكس قبل استخدام اختبار الدنا أو الاختبار الكيميائي الحيوي لتحديد الذكور المصابين. يحدد جنس الجنين بطرائق تعتمد على الدنا، مثل طريقة التفاعل السلسلي البوليميرازي الكمي التآليقي QF-PCR باستخدام واسمات markers متعددة الأشكال نوعية للصبغيين X و Y، تسمح بتحديد جنس الجنين.

٢- إجراء النمط النووي للجنين fetal karyotyping:

يستطب حين الخطر في إصابة الحمل باختلال الصيغة الصبغية aneuploidy اعتماداً على عمر الأم المُشرك مع اختبارات التحري قبل الولادي المجرى على مصل الأم الحامل، أو إذا كانت هناك قصة سابقة لولادة طفل مصاب باختلال صيغة صبغية، أو إذا كان أحد الوالدين يحمل شذوذاً صبغياً متوازناً، أو لإثبات جنس الجنين إذا كانت الأم حاملة carrier اضطراباً مرتبطاً بالإكس. يجب ألا يكون تقدم عمر الأم وحده استطباً لإجراء النمط النووي للجنين لأن الخطر المحتمل قد ينقص على نحو كبير حين تؤخذ بالحسبان نتائج تحري مصل الأم وتخطيط الصدى المُجرى في الثلث الأول من الحمل. تُنقص إجراءات التحري هذه عدد الحمول التي تتطلب اختبارات باضعة ببزل السلى أو اعتيان الزغابات المشيمائية CVS (وبالتالي تنقص اختطار الإجهاض بنسبة ٧٥٪)، في حين يزداد معدل كشف متلازمة داون على نحو كبير. يستغرق ظهور النتيجة ٢-٣ أسابيع. نسبة إخفاق التحليل ١,٥٪، ومن أسباب الإخفاق تلوث السائل السلوي بدم الأم، أو إذا كان حجم السائل أقل من ٥ مل، أو إذا تأخر نقل العينة إلى المخبر، أو إذا استخدم مخدر موضعي حين سحب العينة.

٣- مقايسة الإنزيمات الجنينية fetal enzyme assay:

يتوفر التشخيص قبل الولادي بهذه الطريقة لأكثر من ١٠٠ مرض استقلابي، وهي مستطبة في الحمول التي هي في اختطار الإصابة بأحدها. تحتاج خلايا السائل السلوي للنمو إلى مدة قد تصل إلى أسبوعين حتى تتوفر كمية من الخلايا كافية لإجراء المقايسة الإنزيمية للإنزيم المطلوب. يُقارن مستوى الإنزيم في هذه الخلايا مع معطيات يحصل عليها من خلايا سلوية لجنين طبيعي وأخرى من جنين مصاب بمرض متماثل الألائل، وإن أمكن مع أرومات ليفية

سادساً - التشخيص قبل الولادي prenatal diagnosis:

يشمل الاختبار التشخيصي قبل الولادي كل أنواع الاختبارات التشخيصية المجرة على المضغة أو على الجنين. يُستطب التشخيص قبل الولادي لمرض وراثي في الوقت الراهن في نحو ٨٪ من الحمول، ويوفر الطمأنينة للزوجين مما يجعلهما يتخذان قرار الحمل عملياً، يطمأن الزوجان على حالة جنينهم بعد إجراء التحليل الوراثي في ٩٣٪ من الحالات، في حين يُنهي الحمل ٧٪ من الأزواج؛ لأن التحليل أثبت إصابة الجنين بالمرض. يمكن كشف الحالة التي يكون فيها الحمل في خطر الإصابة بمرض وراثي بإجراء الاختبار المناسب قبل الحمل أو في أثناءه. مهما يكن سبب الاختبار يجب أن يحاط الزوجان علماً بمحدودية limitations الاختبار أو الاختبارات المجرة للجنين، وتذكيرهم أن اختباراً وحيداً أو عدة اختبارات لا يمكن أن تنفي كل الاضطرابات. وإذا كان الاختبار إيجابياً وأدى إلى إنهاء الحمل فمن المهم إرسال كامل منتج الحمل إلى المخبر التخصصي لإثبات التشخيص. تقسم طرائق التشخيص قبل الولادي إلى مجموعتين كبيرتين: طرائق باضعة invasive، وطرائق غير باضعة.

١- الطرائق الباضعة:

أ- بزل السلى Amniocentesis:

يجرى بزل السائل السلوي amniotic fluid بين الأسبوعين ١٦ و ١٨ من الحمل حين يكون حجم السائل السلوي نحو ١٨٠ مل، ونسبة الخلايا العيوشة إلى غير العيوشة عظمى. يجري البزل تحت شروط التعقيم القصوى وبعد تحديد موضع المشيمة المسبق بتخطيط الصدى ultrasound. يدخل طبيب النسائية والتوليد إبرة مسترشداً بجهاز تخطيط الصدى إلى الجوف السلوي عبر جدار بطن الحامل، ويسحب من ١٠-٢٠ مل من السائل، ويمكن أن يجرى عليه (سواء على الخلايا الجنينية أم على الطافي supernatant) عدد من الاختبارات المتنوعة (تحديد جنس الجنين، إجراء نمط نووي للجنين، مقايسة assay إنزيمية للجنين، تحاليل كيميائية حيوية للجنين، اختبار دنا تشخيصي للجنين). ينقص إمكان تلوث السائل السلوي المسحوب بخلايا الأم على نحو كبير باستخدام مرود stilette في الإبرة التي تعبر جدار البطن، وباستبعاد أول بضع نقاط من السائل السلوي المسحوب.

تلخص استطببات بزل السلى في التشخيص قبل الولادي بالحالات التالية: عمر الأم أكثر من ٣٥ سنة، ولادة طفل سابق مصاب بشذوذ صبغي، قصة شذوذ صبغي بنيوي لدى أحد الوالدين، قصة عائلية لعيب جيني قابل

مضاد استطباب لبزل السلى وإنما هو استطباب مضاف.

ب- اعتيان الزغابات المشيمائية Chorionic villous sampling (CVS)

يجرى اعتيان الزغابات المشيمائية من الجنين بدءاً من الأسبوع العاشر الحمل، وهو يتوفر الآن في معظم مراكز التوليد الكبيرة. تؤخذ الخزعة تحت إرشاد تخطيط الصدى عبر جدار البطن. توفر كل خزعة نحو ٥-٣٠ ملغ من النسيج المشيمي الذي يمكن استخدامه في تحديد جنس الجنين، والتنميط النووي للجنين، وإجراء التحاليل الكيميائية البيولوجية للجنين، ومن أجل إجراء تحاليل الدنا. يمكن الحصول على نتيجة تحليل صبغيات الجنين (النمط النووي) خلال ٢٤ ساعة، لكن هناك في هذه الطريقة مشكلة التزيق (mosaicism)؛ لذلك يجب أن يليها دائماً إجراء تحليل الصبغيات في خلايا الزغابات المشيمائية المزروعة مدة ٢-٣ أسابيع. ويمكن الحصول على نتائج التحاليل الكيميائية البيولوجية والدنا خلال أسبوع حتى أسبوعين من دون الحاجة إلى إجراء زرع الخلايا، وإذا كان إنهاء الحمل ضرورياً بعد أي من هذه الاختبارات يمكن إجراؤه في الثلث الأول من الحمل؛ لأن إجراءه في هذه المرحلة أسهل مما لو أجري في الثلث الثاني، ولأن العلاقة العاطفية بين الوالدين والجنين ما تزال ضعيفة، والزوجين والفريق الطبي فقط يعلمون بالحمل. معدل الإجهاض التلقائي في الأسبوع العاشر الحمل وما بعده ٧٪، يُضاف إلى هذه النسبة اختطار ٢٪ حين إجراء اعتيان الزغابات المشيمائية.

ج- بزل الحبل السري وخزغ جلد الجنين وخزغ كبِد الجنين:

يمكن إمرار إبرة دقيقة عبر جدار بطن الحامل للوصول إلى الحبل السري تحت إرشاد تخطيط الصدى، ثم يدخل إلى المشيمة من أجل أخذ عينة من دم الجنين، أو لإجراء نقل دم للجنين داخل الرحم. هذا الإجراء ممكن بدءاً من الأسبوع الثامن عشر للحمل، ويبلغ معدل فقد الجنين المرتبط بهذا الإجراء نحو ١٪. وهناك أيضاً خطر في حدوث نزف والدي - جنيني مع حدوث التمنيع الإسوي لعامل ريزوس Rhesus isoimmunization أو تعزيزه. الاستطبابات الرئيسية لأخذ عينة من دم الجنين هي: خمج الجنين، اشتباه بالتزيق، نقل الدم داخل الرحم في حالة التمنيع الإسوي لريزوس، موه الجنين غير المفسر، إخفاق زرع الخلايا السلوية، تشوه خلقي يُحتمل أن يكون قابلاً للعلاج، تأخر نمو الجنين تأخراً وخيماً غير مفسر، إذا لم يكن تحليل الدنا متوفراً وكان الجنين في

من المستلفت والأبوين. يُعبّر عن العديد من الإنزيمات في خلايا الزغابات المشيمائية؛ مما يسمح بتشخيص قبل ولادي أبكر، بسبب إمكان إجرائه أبكر مع توفير كمية كبيرة من الخلايا الجنينية من دون الحاجة إلى الزرع.

٤- إجراء التحاليل الكيميائية البيولوجية biochemistry على السائل السلوي:

يمكن استخدام رحلان كهربي ثنائي الأبعاد لغلوكونامينوغليكانات في السائل السلوي، (إضافة إلى تحديد مستوى الإنزيم في الخلايا السلوية المزروعة) من أجل التشخيص قبل الولادي لبعض أنماط أدواء عديدات السكرية المخاطية mucopolysaccharidoses. كما يمكن معايرة $\alpha 17$ هيدروكسي بروجستيرون في السائل السلوي في الحمل التي هي في اختطار إصابتها بعوز ٢١ هيدروكسلاز المضيق للملح، وهو مرض فرط تنسج الكظر الخلقي، أو المتلازمة الكظرية التناسلية، ويفيد هذا التحليل على نحو خاص حين عدم إمكان الحصول على دنا الجنين.

٥- تشخيص الاضطرابات الأحادية الجين بوساطة الدنا الجنيني:

تضم الاستطبابات الرئيسية الحالية للتشخيص بوساطة الدنا الجنيني: ألفا وبيتا تالاسيميا، التليف الكيسي، الناعور A، متلازمة X الهش، داء هنتنغتون، الحثل العضلي (دوشين وبيكر)، حثل العضل التأتري، الضمور العضلي النخاعي المنشأ، إضافة إلى تشخيص التثلثات الصبغية وتحديد الجنس في الأمراض المرتبطة بالإكس، والعديد من الأمراض أحادية الجين النادرة القابلة للتشخيص بوساطة الدنا الجنيني. ويمكن استخلاص كميات قليلة من الدنا من الخلايا السلوية التي قد تكون مناسبة لإجراء تحليل PCR والسلسلة عليها. لكن قد يتطلب زرع الخلايا السلوية من ١-٣ أسابيع للحصول على كمية كافية من الدنا من أجل تحليله.

اختطارات بزل السلى:

يحمل بزل السلى اختطاراً إضافياً بسيطاً لحدوث إجهاض الحمل، يقدر وفق الدراسات بـ ١٪، فضلاً عن ذلك يحمل أي حمل في أسبوعه السادس عشر احتمال إجهاض تلقائي بنسبة ٢,٥٪، وإذا كان استطباب بزل السلى هو ارتفاع ألفا فيتو بروتين الأم ترتفع نسبة الإجهاض إلى ٧٪، لأن ألفا فيتو بروتين يرتفع في العديد من الحمول غير القابلة للحياة. أما الخطر على الأم التي يُجرى لها بزل السلى فليس مهماً. ووجود قصة سابقة لحدوث تهديد بالإسقاط ليس

اختطار إصابته بالأمراض التالية: الناعور A أو B، التالاسيميا بيتا، الداء المنجلي، العوز المناعي المختلط الوخيم.

يمكن تشخيص بعض الاضطرابات الجلدية الجدية (مثل انحلال البشرة الفقاعي) في خزعة جلد الجنين المأخوذة عبر تنظير الجنين fetoscopy، وفي بعض الاضطرابات الاستقلابية قد تكون خزعة كبد الجنين ضرورية للتشخيص.

د- التشخيص الوراثي قبل الانغراس (التعشيش) preimplantation:

يتزايد إجراء هذا التشخيص الوراثي قبل الانغراس (PGD). ويمكن بوساطته أخذ خلية واحدة من البيضة الملقحة (اللاقحة Zygote) في اليوم الثالث بعد الإخصاب من المضغة ذات ٦-١٠ خلايا التي تتكون بعد إجراء عملية الإخصاب في الزجاج (IVF) in vitro fertilization. يحدد جنس الجنين إما بطريقة تفاعل البوليميراز السلسلي (polymerase chain reaction (PCR)، وإما بطريقة التهجين في الموضع التآقي (fluorescent in situ hybridization (FISH) (في حالات المرض المرتبط بالجنس)، كما يمكن كشف طفرة نوعية أو نمط فرداني يرافق طفرة محددة (كشف طفرة بطريقة غير مباشرة) أو شذوذ صبغي، ومن ثم تُعَرَّس مضغة (أو اثنتان) في رحم الأم، ويسمح للحمل بالاستمرار.

تُستخدم هذه الطريقة بنجاح لفحص العديد من المضغ لكشف طفرات أكثر من ٢٠٠ مرض وراثي أحادي الجين، كالتليف الكيسي ومتلازمة الصبغي X الهش وحثل العضل التأثري وداء هنتنغتون، وكشف مجموعة من الاضطرابات الصبغية غير المتوازنة الناجمة عن إزفاءات صبغية والدية. وعلى الرغم من ولادة عدد كبير جداً من الأطفال بعد إجراء هذه الطريقة، تبلغ فرصة ولادة ناجحة في الوقت الحالي نحو ٢٠٪ لكل بيضة مغروسة في الرحم. ويضاف إلى ذلك أن هذه الطريقة تحمل ضغطاً عاطفياً وجسدياً، وهي متوفرة فقط في عدد قليل من المراكز، وما زالت هناك بعض الشكوك حول الاحتمال النظري لحدوث تأثيرات بعيدة المدى في النسل. تقرر نسبة صغيرة من الأزواج فقط اللجوء إلى هذا الإجراء في الوقت الراهن، ويفضلونه على الطرائق الأخرى للتشخيص قبل الولادي من أجل إنجاب طفل سليم.

II- الطرائق غير الباضعة:

أ- تخطيط صدى الجنين fetal ultrasonography:

ليس لرؤية الجنين بجهاز تخطيط الصدى مخاطر مثبتة على الجنين أو على الأم. يمكن تشخيص أكثر من ٢٨٠ تشوهاً

خلقياً من قبل فاحص خبير بتخطيط الصدى. يستطب فحص الجنين بهذه الطريقة حين وجود خطر مرتفع لإصابة الجنين بأي من الاضطرابات التالية: انعدام الدماغ، السنسنة المشقوقة spina bifida، موه الدماغ hydrocephalus (ربما لا يمكن كشفه قبل الثلث الأخير من الحمل)، صغر الرأس microcephaly (ربما لا يمكن كشفه قبل الثلث الأخير من الحمل)، القيلة الدماغية encephalocele، قزامة ناجمة عن قصر أطراف وخيم، كثرة الأصابع، تكون العظم الناقص الوخيم، قصر طرف وخيم، تشوه قلبي وخيم، عدم تكون الكلية، انسداد مخرج المثانة، داء الكلية عديدة الكيسات الطفلي، رتق الاثني عشري، عيب جدار البطن الأمامي، الفتق الحجابي. إن الوقت المثالي لكشف معظم التشوهات هو الفترة الواقعة بين الأسبوعين الحاملين السادس عشر والثامن عشر. وقد يكون من الضروري إجراء سلسلة من التفرسات scans ولا سيما إذا كان الهدف كشف اضطراب نمو الجنين أو الرأس أو الأطراف.

مع استطاعة رؤية الأعضاء التناسلية بدءاً من الأسبوع ١٦ من الحمل، ربما لا يكون تخطيط الصدى كافياً لتحديد جنس الجنين لتشخيص مرض جدي مرتبط بالإكس.

ب - معايرة الواسمات في مصل الأم maternal serum markers measurement:

يمكن تحري متلازمة داون بمعايرة المستويات المصلية للأستريول غير المرتبط، وموجّه الغدد التناسلية المشيمائية البشرية HCG، وألفا فيتوبروتين (التحري الثلاثي) بدقة ٧٠٪، (تبلغ نسبة الإيجابية الكاذبة ٥٪)، كما يمكن لهذا التحري الثلاثي أن يكشف معظم حالات ثلث الصبغي ١٨. يزيد من حساسية هذا الاختبار إضافة تخطيط الصدى (قياس ثخانة نقرة الجنين)، ومعايرة الأنهيبي A inhibin. يفيد أيضاً تحري مصل الأم في الثلث الأول (الأسبوع ١٠-١٣) في كشف متلازمة داون. من أكثر المعايير فائدة معايرة موجّه الغدد التناسلية المشيمائية البشرية بيتا الحرة، وبروتين A البلازمي المرافق للحمل، وتقييم شفافية النقرة بتخطيط الصدى (التي تشير إلى تراكم السائل خلف عنق الجنين المصاب بمتلازمة داون). يمكن قياس هذه المشعرات الثلاث من كشف ٨٠-٨٥٪ من حالات متلازمة داون (مع معدل إيجابية كاذبة ٥٪) في الثلث الأول من الحمل. يفيد قياس موجّه الغدد التناسلية المشيمائية البشرية بيتا الحرة، وبروتين A البلازمي المرافق للحمل أيضاً في كشف ثلث الصبغي ١٣ وثلث الصبغي ١٨ في الثلث الأول.

ج- تحري الخلايا الجنينية في دوران الأم:

طريقة غير باضعة للتشخيص قبل الولادي يمكن أن يكون لها ميزات على الطرائق الحالية. وهناك دليل واضح على أن أعداداً صغيرة من الخلايا الجنينية المنواة تدخل دوران الحمل في كل فترة الحمل، يذكر منها الكريات البيض، والكريات الحمر المنواة، والخلايا الأرومية الغاذية trophoblast. تجري محاولات لإغناء الخلايا الجنينية الموجودة في عينة دم الأم بهدف بلوغ التشخيص قبل الولادي باستخدام تحليل الدنا (بطريقة PCR)، أو بطريقة التهجين التآلفي في الموضع (FISH). لكن لم يثبت أن هذه الطريقة يُعَوَّل عليها من أجل استخدامها في التشخيص السريري.

د- كشف الدنا والرنا الجنيني الحر:

أصبح من الواضح في السنوات الأخيرة أنه- إضافة إلى الخلايا الجنينية- قد يوجد دنا جنيني متحرر من الخلايا في دم الحامل. يغلب أن يكون مصدره استماتة apoptosis الخلايا في المشيمة، وقد وجد الدنا الجنيني في بلازما الأم ومصلها بدءاً من الأسبوع السابع الحمل.

هناك قدر كبير من الاهتمام في إمكانات الاستخدام السريري لهذا الدنا ولا سيما تنمية عامل ريزوس عند الجنين بطريقة غير باضعة وتحديد جنس الجنين (مثال: استخدام طريقة التضخيم بال PCR لجين SRY) في حمل الأمهات الحاملات طفرة متنحية مرتبطة بالإكس، وثبت أن هذين التحليلين هما من أكثر التطبيقات فائدة حتى الآن. ويمكن أيضاً في عينات من البلازما الأمومية تحديد طفرات منتقلة من الأب إلى الجنين، وقد يطبق ذلك عملياً في تشخيص الاضطرابات الصبغية الجسدية السائدة عند الجنين.

تحمل الأبحاث الحديثة المجرة على الواسمات النوعية للأليل في الرنا المرسال المشيمائي آمالاً من أجل تشخيص متلازمة داون، واختلالات صبغية أخرى تشخيصاً غير باضع.

حدود الاختبار الوراثي:

مع أن الاختبار الوراثي يوفر العديد من الميزات، يجب أخذ محدوديته في الحسبان. يمكن تلخيص حدود هذا الاختبار على النحو التالي:

١- لا يوجد اختبار وراثي دقيق ١٠٠٪، ومع أن معظم الاختبارات الوراثية تحقق مستوى عالياً من الدقة، فقد تتدخل بعض العوامل- مثل التزيق mosaicism- في التشخيص الوراثي الخلوي، كما قد تحدث أخطاء تنمية

جينتي حين تشخيص الاضطرابات الأحادية الجين.

٢- تكشف الاختبارات الوراثية الطفرات ولا تكشف المرض؛ مما يُظهر أن للعديد من الطفرات المسببة للمرض انتفاذاً غير كامل. مثال: يصاب نحو ٥٠-٨٠٪ من النساء اللواتي يحملن طفرة في جين BRCA1 أو جين BRCA2 بسرطان الثدي، ويصاب ٧٠-٩٠٪ من الأفراد ذوي الطفرات في واحد من جينات سرطان القولون والمستقيم اللاسلانلي الوراثي HNPCC بهذا المرض. حتى عندما يقترب الانتفاذ من ١٠٠٪ (كما في الورام الليفي العصبي نمط ١، وداء هنتنغتون) يكشف تحديد الطفرة القليل عن وخامة المرض أو سن بدئه.

٣- ربما لا يكشف الاختبار الوراثي كل الطفرات التي يمكن أن تسبب المرض حتى في غياب أخطاء إجراء الاختبار الجيني. من أمثلة ذلك، أن الاختبارات المعتمدة على الـ PCR تكشف نحو ٧٠٪ فقط من حالات الحثل العضلي لدوشين. حين يكون عدد الطفرات التي تسبب المرض الوراثي كبيراً (كما في التليف الكيسي وسرطان الثدي الصبغي الجسدي السائد ومتلازمة مارفان) يكون من غير العملي تحري كل الطفرات المحتملة، وفي هذه الحالة قد يوفر تحليل الواسمات المرتبطة بالمرض تشخيصاً أكثر دقة إذا وجد في العائلة عدة أفراد مصابين. ومن العوامل الإضافية التي قد تُنقص دقة اختبار التحري التباين الجيني heterogeneity (أي أن ينجم المرض الوراثي عن طفرة في عدد من الجينات، مثل فقد السمع ينجم عن طفرة في واحد من أكثر من ١٠٠ جين)، أو بسبب ظاهرة النسخة المظهرية phenocopy (أي أن يكون المرض ناجماً عن عامل بيئي وليس عن طفرة في جين، كنقص المناعة المكتسب الولادي الناجم عن عدوى من الأم للجنين بفيروس HIV وليس عن طفرة في أحد جينات المناعة).

٤- قد يؤدي الاختبار الوراثي إلى مشاكل أخلاقية واجتماعية معقدة؛ فقد تقود نتائج الاختبار الوراثي إلى وصم الشخص الذي أجري له الاختبار بالعيب وما ينجم عنه من تمييز حين يتقدم بطلب للتوظيف أو التأمين الصحي. لا يتوفر علاج ناجع لبعض الأمراض الوراثية (مثل داء هنتنغتون وداء ألزهايمر العائلي)؛ مما يقلل من قيمة التشخيص المبكر الذي يقوم به الاختبار الوراثي. بسبب تشارك الجينات في العائلة قد تؤثر نتائج الاختبار الوراثي ليس فقط في الأفراد المُجرى لهم الاختبار وإنما أيضاً في أفراد آخرين من العائلة (الذين ربما لا يريدون معرفة مدى اختطار إصابتهم بالمرض الوراثي).

التوعية الوراثية

مروان الحلبي

- تحري الأفراد متغايري الألائل اعتماداً على الاثنية، مثل تحري حملة فقر الدم المنجلي والتالاسيميا عند المتوسطيين والعرب.

- وجود شنوذ في الحمل الذي يكشف بـ:

• فحص الجنين بالأمواج فوق الصوتية.

• عيار ألفا فيتوبروتين Alpha-fetoprotein في مصل الأم.

• الاختبار الثلاثي لمصل الأم الذي يشمل:

١- الاستراديول غير المقترن (U.estrinol) (U.estrinol).

٢- الغونادوتروفين الكوريوني البشري (BhCG) B. Human chorionic gonataotrophin.

٣- ألفا فيتوبروتين α Fetoprotein (α FP).

- إملاص stillbirth مع شنوذات خلقية أو مجهول السبب.

- التعرض أو اختطار التعرض لعامل ماسخ Teratogen.

- قصة عائلية لولادة طفل مصاب بشنوذات خلقية أو تخلف عقلي.

- الإملاصات أو الإجهاضات المتكررة.

- قصة عائلية لإصابة بالسرطان ولا سيما في أعمار مبكرة.

تتضمن التوعية الوراثية المراحل التالية: أخذ القصة المرضية والعائلية وبناء شجرة النسب والفحص الفيزيائي والتشخيص وإبداء التوعية والمتابعة.

١- القصة المرضية والعائلية:

تحتاج التوعية الوراثية إلى أخذ قصة طبية معيارية للمستلفت ولأي فرد آخر مصاب من العائلة، إضافة إلى معرفة التاريخ الطبيعي للاضطراب الوراثي النوعي في العائلة. ومن المهم توثيق القصة قبل الولادة والحمل وظروف الولادة.

٢- بناء شجرة النسب Pedigree:

شجرة النسب هي مبيان diagram للقصة العائلية، تُظهر عبر رموز معيارية صلة القرى بين أفراد العائلة، وتبين أفراد العائلة المصابين بحالات طبية محددة.

يجب الحصول على المعلومات لشجرة النسب لثلاثة أجيال من العائلة الجاري تقييمها من أجل الاضطراب الوراثي.

تُستخدم في رسم شجرة النسب مجموعة من الرموز القياسية (الشكل ١). وقد اتفق على وضع الرمز الذكري على اليسار، ووضع كل أفراد الجيل الواحد على المستوى

التوعية الوراثية عملية تثقيفية تهدف إلى مساعدة الأفراد المصابين أو المعرضين لاختطار الإصابة بمرض وراثي على فهم طبيعة الاضطراب الوراثي وانتقاله والخيارات المتوفرة لهم في التدبير والتخطيط العائلي، إضافة إلى تقديم الدعم النفسي وخطة التعامل مع الحالة الوراثية.

وعلى الرغم من أن وظيفة توفير المعلومات حول الأمراض الوراثية يقوم بها غالباً فريق مكون من المختصين بالوراثة الطبية فإنه يمكن أيضاً توفيرها من قبل طبيب العائلة أو طبيب الأطفال أو طبيب النسائية والتوليد، أو الممرضة المختصة من ذوي الدراية بعلم الوراثة.

تعتمد التوعية الوراثية على فهم المبادئ الوراثية، والقدرة على تعرف الأمراض الوراثية والمتلازمات النادرة وتشخيصها، ومعرفة السير الطبيعي للاضطراب الوراثي واختطار رجعتة. ومن الضروري أيضاً معرفة طرائق التشخيص قبل الولادة، وبرامج التحري المتوفرة وطريقة الوصول إلى المعلومات حول التطورات الحادثة في الاضطرابات الوراثية، والطرائق الطبية في التعامل معها.

التوعية الوراثية من دون توجيه non-directive إذ تترك خيارات التوالد للعائلة لتقرر ما يناسبها، وينحصر دور الموحي (طبيب، ممرضة، اختصاصي وراثة طبية) في توفير المعلومات الطبية بمصطلحات قابلة للفهم وإيجاز مجال الخيارات المتوفرة.

يدعى الفرد المصاب الذي يستدعي طلب التوعية الوراثية المستلفت proband، وهو غالباً ما يكون طفلاً، وربما يكون بالغاً، ذكراً كان أم أنثى، وقد يكون قريباً له.

استطبابات التوعية الوراثية Genetic counseling indication:

- العمر الوالدي: عمر الأم < ٣٥ سنة، عمر الأب < ٥٠ سنة.

- طفل يحمل شنوذات خلقية أو تشوهات.

- الزواج بين ذوي القرى Consanguinity.

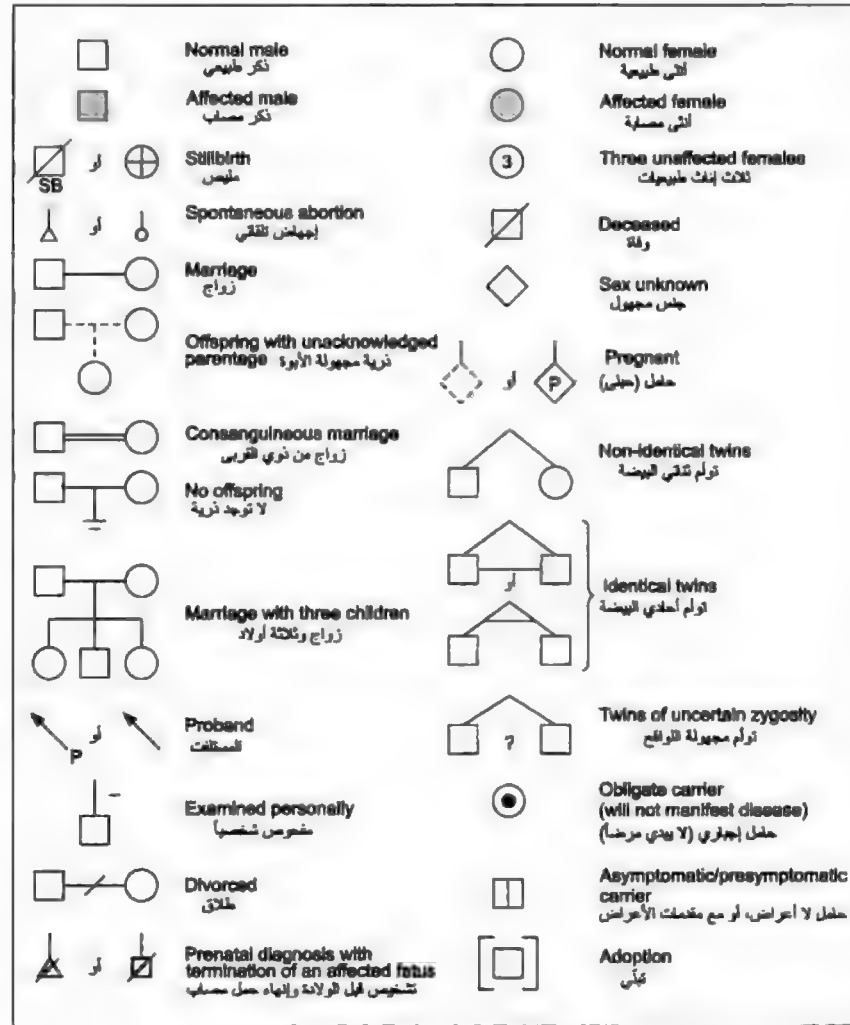
- قصة عائلية لاضطرابات أو أمراض وراثية، وتشمل:

• أمراض الكهولة.

• حالات توحى إلى وراثة متعددة العوامل.

• شنوذ صبغي.

• اضطرابات أحادية الجين.



الشكل (١): رموز شائعة الاستخدام في رسم شجرة النسب.

بالحسبان أن المجال السوي لكل ملمح يختلف باختلاف العمر والجنس، وكل هذه التغيرات موجودة في الجداول ذات الصلة بهذا الموضوع.



الشكل (٢): بعض القياسات المستخدمة في دراسة الملامح الشكلية.

الأفقي نفسه، واستعمال الأرقام العربية للإشارة إلى كل فرد في الجيل الواحد (مع بدء الترقيم من اليسار)، كما يرمز كل جيل بالأرقام الرومانية بدءاً من الجيل الأول.

يستطيع الموعي الوراثي بالنظرة المتفحصية إلى شجرة النسب أن يحدد طرق توارث المرض الوراثي سواء كانت طرقاً تقليدية (مندلية) أم غير تقليدية (مثل التوارث المتقديري) أم متعددة العوامل.

٣- الفحص الفيزيائي Physical examination:

يجري فحص فيزيائي كامل للمستط مع وصف دقيق للملامح الشكلية وشذوذاتها Dysmorphic Features، مثل تباعد المسافة بين الحدقتين، الموقين، انخفاض موضع الأذنين، قصر الرأس، انحراف الأصابع... إلخ (الشكل ٢). وقد يكون الانطباع الأولي خادعاً؛ لذلك من المهم أن تجرى القياسات الدقيقة من أجل إثبات ملمح محدد، مثل اتساع المسافة بين العينين أو قصر القامة غير المتناسق، مع الأخذ

٤- التشخيص والاستقصاءات الوراثية Diagnosis and genetic investigation

genetic investigation

لا بد من محاولة الوصول إلى تشخيص الأمراض الوراثية تشخيصاً دقيقاً؛ لأن التوعية الوراثية تكون غير مفيدة من دون ذلك (الجدول ١)، كما أن تقدير اختطار الرجعة من أجل مختلف أفراد العائلة يعتمد على التشخيص الدقيق. وعند عدم التمكن من وضع تشخيص نوعي (كما في العديد من حالات الشذوذات الخلقية المتعددة) يجب مناقشة التشخيصات التفريقية المتنوعة مع العائلة والمعلومات التجريبية Empirical المتوفرة، إضافة إلى طلب الاستقصاءات الوراثية المتاحة، مثل دراسة النمط النووي Karyotype، وتحاليل الدنا، والتحاليل الكيميائية الحيوية.

وحيث وفاة الأشخاص المصابين أو عدم التمكن من مراجعتهم من أجل التقييم السريري يجب محاولة الحصول على سجلاتهم من مراكز الاستشفاء، إذ يمكن عن طريقها التوصل إلى التشخيص الحقيقي.

٥- اختطار الرجعة وطرز الوراثة Recurrence risk and patterns of inheritance

patterns of inheritance

تعد المظاهر الوراثية للحالة واختطار الرجعة من

(الجدول ١): يوضح الأخطاء والعثرات التي تعترض عمل

التوعية الوراثية.

- عدم وجود تشخيص دقيق للمستلفت Proband.
- تشخيص خاطئ أو غير كامل.
- التغاير الجيني الوراثي Genetic heterogeneity.
- عدم النفاذ Non-penetrance.
- تعبير متغير Variable expression.
- مرض غير موصوف سابقاً.
- التزيق الغدي التناسلي Gonadal mosaicism.
- الطفرات غير المستقرة Unstable mutations.

المعلومات المهمة للعائلة؛ لأن كل أفراد العائلة تحتاج إلى معرفة خياراتها التوالدية reproductive. ويمكن شرح وراثيات الاضطراب بمساعدات بصرية (مثل صور الصبغيات). ومن المهم شرح نسبة الحدوث واختطار الرجعة على نحو دقيق من أجل مختلف أفراد العائلة، بمن فيهم الأفراد غير المصابين. وفي الحالات التي لا يمكن وضع تشخيص نهائي من الضروري استخدام اختطارات رجعة تجريبية.

يجب أن يعطي الاستنصاح الوراثي الأفراد المعلومات الضرورية لفهم الخيارات المتنوعة لاتخاذ قراراتهم المستنيرة الخاصة بهم فيما يتعلق بالحمول والتشخيص قبل الولادة وإنهاء الحمل. وإلتزام هذا الجزء من العملية التثقيفية قد يكون ضرورياً إجراء أكثر من جلسة توعية واحدة.

٦- التوعية Counseling

تحتاج التوعية الوراثية إلى الإلمام بالحالة من جميع النواحي، ويجب أن يأخذ التعمق في الشرح مستوى ثقافة الزوجين بالحسبان. وقد يكون مناسباً أن يبدأ الموعي الوراثي بشرح الملامح السريرية والمضاعفات وسير المرض وعقابيله، ثم الخيارات العلاجية والتكيفية المناسبة، وبعد ذلك يمكن شرح الأساس الوراثي وراء المرض، وقد يساعد وجود بعض النماذج والأشكال التوضيحية، ثم بعد ذلك يمكن حساب مدى اختطار الرجعة.

يتطلب عدد من الاضطرابات الوراثية عناية اختصاصية محددة، مثل متلازمة تيرنر Turner التي تحتاج إلى التقييم من قبل اختصاصي غدد صم.

٧- المتابعة Follow up

يجب تشجيع العائلات على المتابعة والاستمرار بطلب التوعية الوراثية لمجاراة المعلومات الجديدة والتطورات الحديثة في تشخيص الاضطرابات الوراثية الخاصة بهم ومعالجتها.

الجدول ١: يوضح الأخطاء والعثرات التي تعترض عمل التوعية الوراثية.

العلاج الجيني

محمد علي مجلوني

مرض فرط التنسج الكظري الخلقي فبسبب فرط إفراز الأندروجين من قبل الغدة الكظرية الجينية المتضخمة، تصبح الأجنة الإناث المصابة بالمرض مُدَكَّرَة. يُنَقَّصُ التذكير أو يمنعه إعطاء الحامل الديكسميتازون بعد عشرة أسابيع من آخر دورة شهرية.

حقق علاج الأجنة الجراحي، ولا سيما الحالات التي فيها انسداد السبيل البولي، نجاحاً معتدلاً. وجرت محاولات تصحيح الفتق الحجابي بالجراحة التي تُجرى في الأسبوع ٢٠ من الحمل. كما أُجري إغلاق القيلة السحائية النخاعية. وتحقق بعض النجاح بزرع الخلايا الجذعية المولدة للدم لأجنة مصابة بمرض عوز المناعة المختلط الوخيم المرتبط بالإكس.

المعالجة الجينية:

أُجريت أكثر من ألف تجربة سريرية للمعالجة الجينية منذ عام ١٩٩٠. وعندما بزغ فجر الألفية الثالثة توقع العلماء أن سَلْسَلَة المجين البشري سوف تُسرَّع خطأ تطور العلاج الجيني وبدلاً من ذلك، أدت المعلومات الجديدة حول تعقيد التأثير بين الجينات، وتضرر بعض المرضى من العلاجات التجريبية، إلى إعادة تقييم الفكرة القائلة بالقدرة على تضخيم (زيادة عدد) الجين أو استبداله مع القدرة على التمكن بتأثير ذلك.

نظرياً قد يؤدي تعديل الجينات من أجل علاج اضطراب موروث إلى تأثير طويل الأمد أكثر من علاج الأعراض، لكن تنفيذ ذلك أصعب مما يبدو نظرياً. ركزت جهود أول معالجة جينية على اضطرابات موروثية علم الباحثون الكثير عنها حتى ولو كانت هذه الاضطرابات نادرة جداً بسبب السهولة التقنية الكبيرة في التعامل مع هذه الاضطرابات. وتستهدف جهود المعالجة الجينية الآن أمراضاً أكثر شيوعاً كأمراض القلب والسرطانات.

أنماط العلاج الجيني وأهدافه:

تتفاوت مقاربات العلاج الجيني من حيث طريقة إيصال الجينات السليمة ومن حيث نمط الخلايا التي تُدخَل إليها الجينات المعالجة.

يبدل علاج الخلايا الجنسية الجيني دنا عرس أو بيضة ملقحة، وينجم عن ذلك أن تحوي جميع خلايا الفرد هذا التبديل. ويمكن توريث العلاج الجيني للخلايا الجنسية،

مقدمة:

يفوق عدد الاختبارات الوراثية عدد العلاجات كثيراً. والتحدي الكبير حين تطوير هذه العلاجات هو أن تضمن تصحيح شذوذ الخلايا والأنسجة الملائمة لمنع حدوث الأعراض أو للإقلال منها. وقد تطورت العلاجات بعدة مراحل بالتوازي مع تطور التقانة (التكنولوجيا) الحديثة فكانت بحسب المراحل التالية:

١- استئصال الجزء المصاب من الجسد

٢- استبدال مادة من معطٍ بجزء الجسد أو المادة الكيميائية البيولوجية المصابة.

٣- إعطاء بروتينات بشرية نقية مركبة بوساطة تقنية الدنا المأشوب recombinant DNA من أجل تعويض تأثيرات الطفرة.

٤- العلاج الجيني لاستبدال الأثل طافرة.

تعالج المقاربات الثلاث الأولى النمط الظاهري، في حين يحاول العلاج الجيني تبديل النمط الجيني.

معالجة النمط الظاهري:

مثال على منع نمط ظاهري من الظهور حالة طفل مصاب بالتليف الكيسي تضاف إلى طعامه الإنزيمات الهاضمة التي لا تستطيع معثكلته تصنيعها، وحالة طفل مصاب بالناعور يُعطى العامل الثامن لمنع إصابته بالنزف. تكون الأخطاء الاستقلابية الولادية قابلة للعلاج حين تكون السبل الكيميائية البيولوجية مفهومة جيداً وإعاضة الإنزيمات ممكنة.

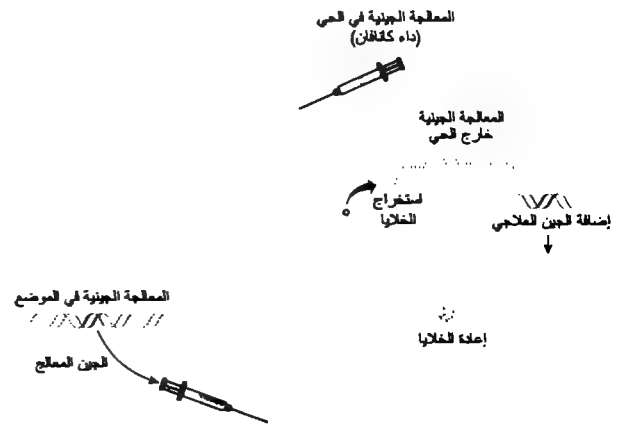
العلاج الجيني:

يهدف التشخيص قبل الولادي إلى علاج الجنين المصاب وهو في داخل الرحم. وبالرغم من عدم إمكان تحقيق ذلك لمعظم الحالات في الوقت الحالي، ومن أن العديد من هذه الإجراءات تجريبي يمكن ذكر بعض الأمثلة لشكلين جديدين من أشكال التدخل ضمن الرحم هما معالجة أخطاء الاستقلاب الولادية النادرة ومعالجة الأعواز الهرمونية: المثال الأول لاضطراب كيميائي بيولوجي قابل للعلاج هو عوز الكربوكسيلاز المتعدد المستجيب للبيوتينز biotins، يمكن تشخيص هذا العوز الأنزيمي الصبغي الجسدي المتنحي ببزل السلى وقد أدى إعطاء الأم البيوتين الضمي، بدءاً من الأسبوع ٢٣ من الحمل، إلى ولادة طفل طبيعي. والمثال الثاني هو

حيث يعبر للنسل. ولا يُعمل بهذا النمط من العلاج في البشر.

يُصحّ العلاج الجيني الجسدي somatic الخلايا التي أصابها المرض فقط ولا يمكن توريث هذا العلاج، لأن الملقى لهذا النمط من العلاج لا يمرر التصحيح الجيني لنسله. ومن نماذج العلاج الجيني الجسدي تنظيف الرئتين المحتقتن بسبب مرض التليف الكيسي بمرذاذ يحوي جينات CFTR وظيفية.

تتفاوت مقاربات العلاج الجيني من حيث الغزوانية invasiveness. فيمكن إجراء التبديل الجيني على الخلايا بعد إخراجها من الجسد ثم إعادة تسريبها إليه، وتسمى هذه الطريقة العلاج الجيني خارج الجسم ex vivo. أما العلاج الجيني في الموضع in situ فيتم فيه حقن الجين الوظيفي المحمول على دنا يوصله لداخل الخلية (الناقل vector) في جزء محدد من الجسد والوصول إليه متاح، مثل الميلاانوما المضردة في الجلد. وفي معظم المقاربات الباضعة (الغازية)، وفي العلاج الجيني في الحي in vivo، يتم إدخال الجين الوظيفي والناقل مباشرة في الجسد (الشكل ١).



الشكل (١): غزوانية العلاج الجيني. تُوصّل الجينات العلاجية إلى الخلايا المستخرجة من الجسد ومن ثم تعاد إليه (العلاج الجيني خارج الحي ex vivo); أو توصّل الجينات العلاجية مباشرة إلى الجزء المتاح من الجسد كالجلد (العلاج الجيني في الموضع); أو توصّل مباشرة إلى الجزء الداخلي من الجسد عبر الجمجمة في علاج داء كانافان Canavan أو إلى شريان يوصل إلى الكبد (العلاج الجيني في الحي in vivo).

يحصل الباحثون على جينات علاجية باستخدام تقنية الدنا المأشوب وتفاعل البلمرة السلسلي polymerase chain reaction (PCR). وقد يتمكن الباحثون في المستقبل من إيصال جينات صناعية مُركبة بتقنية الرقاقة الدقيقة microchip.

تُستخدم طرائق فيزيائية وكيميائية وبيولوجية لإرسال الدنا إلى داخل الخلايا. من الطرائق الفيزيائية الثقب الكهربائي electroporation، والحقن الميكروي وقصف الجسيم. ومن الطرائق الكيميائية إدخال الجسيمات الشحمية وأنماط أخرى من الشحوم التي تحمل الدنا عبر الغشاء الهولي. ويستطيع الحامل الشحمي النفاذ عبر الغشاء الهولي في حين لا يستطيع الدنا وحده فعل ذلك، لكن قد لا تكون كمية الدنا المحمولة مع الناقل الشحمي كافية لإحداث تعبير جيني طويل الأمد فنحصل على تعبير جيني مؤقت.

تُستخدم المقاربات البيولوجية لنقل الجين مجيئاً ناقلاً مثل مجين فيروسي، حيث تُستأصل الجينات الفيروسية التي تسبب الأعراض أو تبديل الجهاز المناعي ويضاف بعد ذلك الجين المصحح. تفيد النواقل الفيروسية في العديد من العلاجات الجينية، وقد تنقل بعض الفيروسات حمولتها بنجاعة كبيرة إلى النمط الخلوي المستهدف لكنها تحمل فقط سلسلة قصيرة من الدنا العلاجي. وقد يحمل فيروس ما قطعة كبيرة من الدنا لكنه يدخل العديد من الأنماط الخلوية مسبباً تأثيرات جانبية. وقد لا يُعدي الفيروس خلايا كافية لتلطيف الأعراض. واستخدام بعض الفيروسات كالفيروسات القهقريّة retroviruses محدود لأنها تعدي الخلايا في طور الانقسام فقط.

قد تستخدم بعض المعالجات الجينية فيروسات تُعدي على نحو طبيعي الخلايا المستهدفة، فعلى سبيل المثال، تعدي الفيروسات الغدية adenoviruses - التي تنقل جينات CFTR إلى الطرق الهوائية للمصابين بالتليف الكيسي - النسيج الرئوي. ويوصل فيروس الحلاّ البسيط herpes simplex الجين المرمرز enkephalin، وهو ببتيد مسكن للألم، للنهائيات العصبية للجلد.

وقد يولف combine الباحثون بين أجزاء فيروسية من أجل استهداف أنماط خلوية محددة. مثال ذلك، يُعدي الفيروس المرتبط بالفيروس الغدي AAV العديد من الأنماط الخلوية، لكن إضافة محضض promoter من جين الفيروس الصغيرة Parvovirus يجعل عدواه محصورة بأسلاف progenitors خلايا الدم الأحمر في نقي العظام؛ وإضافة جين بشري يرمز بروتيناً موجوداً على نحو طبيعي في خلايا الدم الأحمر، يعالج الناقل مرضاً دموياً موروثاً كالداء المنجلي. تستهدف العلاجات الجينية الجسدية التي هي في طور التجارب السريرية العديد من الأنسجة المختلفة، وقد يتم

تعيد توجيهها أو تُحدث الاستماتة الخلوية.

التوقعات والتحديات التي يواجهها العلاج الجيني:

حين بزغ عصر العلاج الجيني في التسعينيات، كانت التوقعات بفوائده مرتفعة. فالعمل في الثمانينيات كان قد أظهر بوضوح الكثير من المواد الكيميائية البيولوجية البشرية النقية التي تفيد بوصفها أدوية ويمكن أن تأتي من خلايا معدلة جينياً أو من كائنات حية منقول لها جين من كلئن آخر transgenic organisms، ومن هنا اعتقد الكثير من الناس أن القضية هي مجرد وقت قبل التمكن من تبديل جينات نسيجنا الجسدي لعلاج مجموعة من الأمراض.

في الواقع تباطأ التقدم في العلاج الجيني، فالأولاد المصابون بالحثل العضلي لدوشين الذين يتلقون الخلايا العضلية غير الناضجة الحاوية على جينات ديستروفين سليمة لم يتمكنوا من المشي رغم أنهم قد يقدرّون على تحريك أصابع القدم، والمصابون بالتليف الكيسي الذين يستنشقون فيروسات تحمل جين CFTR لا يتنفسون بسهولة على نحو دائم لكنهم قد يشعرون بالراحة لأسابيع قليلة، كما مات آخرون بعد تجربة العلاج الجيني.

لم توفر سلسلة المحين البشري قائمة لعيوب جينية جديدة قابلة للإصلاح، فالعديد من الجينات المسببة للمرض كانت معروفة سابقاً، وبدل ذلك كشفت تعقيد بنية المحين ووظيفته بما يؤثر في العلاج الجيني. فهناك حقيقة يجب أخذها بالحسبان وهي أن متواليات الإكزون exon نفسها قد تكون جزءاً لجينات مختلفة، واستهداف إكزون لأنه جزء من جين قد يؤثر في جينات أخرى مما يؤدي إلى شفاء مجموعة من الأعراض وظهور أعراض أخرى في الوقت نفسه. ويجب لذلك الانتباه لهذه الظاهرة حين يواصل الباحثون في المحين تحديد وظائف الجين.

كما أن اكتشاف الرنا الميكروي micro RNA قد يعقد العلاج الجيني. وتصحيح خطأ جيني في النواة قد لا يعاكس نمطاً ظاهرياً لمرض ما بسبب ما قد يحدث في الهيولى - فقد يُصمّت الرنا المرسال mRNA المُنتَسَخ من الجين المضاف قبل تركيب البروتين المطلوب. وهناك ناحية أخرى غير واضحة هي قضية العلاج الجيني الجسدي والجنسي، فقد يجد جين علاجي استهدف نسيجاً معيناً طريقه، عبر الدوران، إلى السبيل التناسلي داخلاً إلى عرس مصيباً بذلك الجيل التالي.

رغم هذه العقبات الواقعية والنظرية على المستوى الجزيئي والخلوي ما تزال عجلة العلاج الجيني تدور. فعند

إيصال الجين مباشرة إلى النسيج المصاب، أو إلى الخلايا القادرة على إنتاج البروتين المطلوب وعلى الانقسام. يلتفت الباحثون على نحو متزايد إلى الخلايا الجذعية والسليفة progenitor حين البحث في العلاج الجيني لقدرة هذه الخلايا على الانقسام وعلى الترحال.

فيما يلي توصيف لبعض العلاجات الجينية الجسدية التي هي قيد الاستقصاء:

١- البطانة endothelium: تشكل البطانة الشعيرات capillaries وهي أصغر الأوعية الدموية، يمكن للبطانة المعدلة جينياً أن تفرز البروتين المطلوب مباشرة في مجرى الدم.

٢- الجلد: الخلايا الجلدية جيدة النمو، ويمكن لرقعة بحجم حرف في هذه الصفحة - يتبرع بها شخص - أن تنمو بعد إجراء التعديل الجيني المطلوب حتى حجم سجادة الحمام bathmat لمدة ثلاثة أسابيع، ثم يعاد تطعيمها إلى الشخص المصاب.

٣- العضلات: النسيج العضلي هدف جيد للعلاج الجيني لأنه يشكل نصف كتلة الجسد والحصول عليه متاح بسهولة وهو قريب من التوعية الدموية. ويجري استقصاء أنماط خلوية متعددة في العضلات كعلاجات للحثول العضلية في الكلاب والفئران والبشر. ويجب أن تكون الخلايا كافية لتصحيح المشكلة ولتحسين القوة العضلية ويجب استمرار إنتاج الديستروفين Dystrophin.

٤- الكبد: هذا العضو الأكبر في الجسد مرشح مهم للعلاج الجيني لقيامه بوظائف عديدة وهو قادر على تجديد ذاته. لذلك يكفي، لمعالجة بعض الأخطاء الولادية، تصحيح ٥% فقط من العشرة مليارات خلية كبدية.

٥- الرئتان: من السهل الوصول إلى السبيل التنفسي بمرداذ ضُبوب aerosol spray مستبعداً الحاجة لاستئصال الخلايا وعلاجها وإعادة زرعها. تُعوّض ضيائبات متنوعة لعلاج التليف الكيسي الجين المعيب، لكن التصحيح قصير الأمد وموضع.

٦- النسيج العصبي: العصبونات أهداف صعبة لأنها لا تنقسم. ولكن العلاج الجيني قد يُعدل أنماطاً خلوية أخرى - كالأرومات الليفية - لإفراز عوامل النمو العصبية أو لتصنيع الإنزيمات الضرورية لإنتاج بعض النواقل العصبية.

٧- السرطان: تستهدف تجارب العلاج الجيني في الوقت الراهن السرطان. تمكن هذه المقاربات الخلايا السرطانية أو جيرانها، من إنتاج بروتينات تخفف تعبير الجين الورمي، أو تعزز الجينات الكابتة للورم، أو تقوي الاستجابة المناعية أو

والتحدي اليوم هو إيجاد النواقل الجيدة لإيصال إصلاحات
جينية آمنة ومستمرة ولا تؤثر إلا في الخلايا المستهدفة.

مرضى الحثل العضلي والتليف الكيسي والعوز المناعي
المشترك الوخيم severe combined immunodeficiency
disease (SCID) خلايا قبلت وعبرت عن الجينات العلاجية.

الأخلاقيات البيولوجية

محمد علي عجلوني

كان هناك إمكان للتدبير أو للعلاج. وإحدى المشاكل التي يواجهها التشخيص قبل الولادي هي تعريف المرض أو العجز، فقد يرى بعض الأزواج أن الجنين الذي تحمل به الزوجة معرض للإصابة بمرض جدي في إحدى مراحل حياته المستقبلية في حين لا يرى آخرون أنه معرض للإصابة بمرض على الإطلاق. مشكلة أخرى هي هل من العدل أخلاقياً إنهاء حياة جنين؛ لكونه مصاباً بمرض (جسدي أو عقلي أو صمم مثلاً) يمكن أن يعيش معه طويلاً في مجتمع من المصابين بالمرض المماثل. تتفاقم هذه المعضلة الأخلاقية حين إجراء التشخيص قبل الولادي بهدف انتقاء جنس الجنين من دون أن يكون هناك مرض مرتبط بالجنس.

ب- تطبيق الاختبار الجيني لكشف التاهب لمرض: تتركز المعضلة الأخلاقية هنا في مدى أخلاقية كشف مرض جيني في وقت مبكر عند فرد لا أعراضي، وإنما تبدأ تظاهرات هذا المرض في سن متأخرة (كداء هنتغتون الذي لا علاج له). إن مبادئ الفائدة والاستقلالية الفردية هي أساسية في هذا السياق؛ فلا يمكن الإجابة بسهولة عن السؤال التالي: ما مدى الفائدة المقدمة للفرد من إجراء التحليل؟ أو ما مدى الضرر الذي يُسبب للفرد عند كشف مرض تبدأ تظاهراته في سن متأخرة ولا علاج له؟ وتخف هذه المعضلة الأخلاقية إذا كان كشف الطفرة مفيداً كما في حالة سرطان الثدي أو المبيض العائلي الذي يورث بطريقة صغية جسمية سائدة. فكشف الحامل لطفرة في جين BRCA1 أو BRCA2 يوجب للإصابة بالسرطان بنسبة بين ٥٠-٩٠٪؛ ومن ثم تكمن الفائدة هنا في المراقبة الدقيقة للأنثى أو حتى استئصال الثدي أو المبيض أو استئصالهما معاً استئصالاً وقائياً؛ ولا سيما أن هذه الإجراءات تُنقّص - ولا تستبعد استبعاداً كاملاً - الاخطار المرتفع للسرطان. إذا كشف الاختبار وجود طفرة توجب للإصابة بأحد الأمراض؛ فإن الفرد يتحمل اخطار إصابته بمرض نفسي جدي، أو إصابته بوصمة عار في حياته الاجتماعية، أو التمييز ضده في التأمين والتوظيف. ومن الصعب وضع توازن بين مبادئ احترام استقلالية الفرد في اتخاذ قرار يخصه وبين واجب الطبيب في ألا يسبب الضرر للفرد وبين رغبة الطبيب في أن يقي الفرد من المرض.

يتفق أطباء الوراثة في هذا الصدد على أن يوقع الفرد الذي يرغب في إجراء مثل هذا الاختبار على موافقة واضحة

يتصدى هذا البحث لقضايا شخصية تنشأ حين تطبيق تقانات طبية أو معلومات جينية.

لعلم الوراثة البشري تأثير قوي في كل نواحي الطب وفي كل الفئات العمرية، وتزداد أهميته كلما ازدادت المعرفة وتحسنت تقانات سُلْسُلة الدنا. ولا تُلْغى قضايا طبية أثارت نقاشات أخلاقية واجتماعية واقتصادية (متعلقة بالضمان الصحي) وتأمينية وفي كل الفئات العمرية بدءاً من الجنين والوليد وانتهاء بالكهول كما أثار علم الوراثة وعلم المجين genomics.

هناك العديد من أصناف المعلومات التي يوفرها علم الوراثة أثارت تحديات أخلاقية وقانونية واجتماعية وشخصية، وغالباً ما تتعلق هذه التحديات بخيارات التناسل، وذلك بسبب غياب التوافق المجتمعي على قضايا دينية وأخلاقية تتعلق بالإجهاض وتقانات التناسل المُساعد.

مبادئ الأخلاقيات الطبية الحيوية:

ثمة أربعة مبادئ رئيسية كثيراً ما تُؤخذ بالحسبان حين مناقشة القضايا الأخلاقية في الطب:

١- احترام استقلالية autonomy المريض الشخصية في سياق رعايته والتكتم على سجله الطبي.

٢- الفائدة المتوخاة من تطبيق المداخلات الطبية بمختلف أشكالها.

٣- تجنب الأضرار التي قد تنجم عن اختيار بعض الخيارات العلاجية المقترحة.

٤- عدم الانحياز إلى أشكال مستحدثة من الرعاية الطبية؛ إذا لم تثبت فوائدها على نحو جازم.

وتنشأ قضايا أخلاقية معقدة حين يدرك أن هذه المبادئ الأربعة تتصارع فيما بينها.

قضايا أخلاقية وتأمينية رئيسية يواجهها تطبيق علم

الوراثة الطبي:

المعضلات الأخلاقية في تطبيق الاختبار الجيني:

أ- قبل الولادي: يطلب كثير من الأزواج من أطباء الوراثة المساعدة على تجنب إنجاب طفل مصاب بمرض وراثي خطير، يكون هذا الأمر في بعض الأمراض الوراثية إشكالياً؛ ولا سيما إذا كان ذلك يؤدي إلى قرار إنهاء الحمل لمرض تظاهراته جسمية وعقلية متنوعة؛ وليس مميتاً في سني الرضاع، أو كان بدء تظاهر المرض في الكهولة، ويزداد الأمر تعقيداً إذا

متوفرًا يرى بعضهم أن من واجب الوالدين حتى في غياب التدخل الفعال إعلام أبنائهم وتهيئتهم لاحتمال إصابتهم بمرض جدي. قد يطلب الأهل إجراء هذا التحليل في سياق التخطيط لإنجاب أطفال آخرين أو لتجنب ما قد يعده ولدهم تأثيراً ضاراً ناجماً عن إخفاء هذه المعلومات المهمة عنه. كما يحمل إجراء تحليل كشف التاهب عند الأطفال مخاطر الضرر النفسي الجدية نفسها، ووصمة العار، وبعض أنواع التمييز في الضمان الصحي الحاصلة عند الكهول.

تشرح كل المعلومات المتوفرة المتعلقة باختطار الإصابة بالمرض ويمدّ وخامته ومدى فعالية الإجراءات العلاجية والوقائية والضرر المحتمل حدوثه من جراء هذا الاختبار.

ج- إجراء الاختبار الجيني للأطفال اللاأعراضيين؛

ينشأ التعقيد في هذه الحالة من الحاجة لتطبيق مبادئ الأخلاقيات الحيوية على كل من الطفل (تحت سن ١٨ سنة) والوالدين معاً. ومن أهم أسباب رغبة الوالدين في فحص أبنائهم لكشف أليل مؤهّب هو الفائدة المرجوة من التدخل المزمع إجراؤه الذي بقي أو يطيل حياة أولادهم إذا كان ذلك

الموسوعة الطبية المتخصصة الأمراض الوراثية

البحث	الصفحة
مقدمة ولمحة تاريخية وتعريف علم الوراثة وفروعه في العصر الحديث	١١
مفاهيم أساسية في علم الوراثة	١٦
تعريف المرض الوراثي، والمصطلحات المستعملة في الأمراض الوراثية	٢٩
الأمراض الوراثية الناجمة عن الشذوذات الصبغية	٣٥
المتلازمات الناجمة عن الخبن الدقيق في الصبغي	٥١
الأمراض الوراثية الأحادية الجين الصبغية الجسدية السائدة	٦٣
الأمراض الوراثية الصبغية الجسدية المتنحية	٧٨
الأمراض الوراثية المتنحية المرتبطة بالصبغي X	١٠٤
الأمراض الوراثية السائدة المرتبطة بالصبغي X	١١٦
متلازمة خبن الذراع الطويلة للصبغي Y (فشل الإنطاف)	١٢١
الأمراض المتقدرة	١٢٤
الأمراض الوراثية الفردية	١٣٢
الأمراض الخلقية الوراثية المتعددة العوامل	١٤٩
الأمراض الوراثية المتعددة العوامل اللاتشوهية الخلقية	١٥٧
الاختبار الوراثي	١٦٤
التوعية الوراثية	١٧٠
العلاج الجيني	١٧٣
الأخلاقيات البيولوجية	١٧٧